IEC 61869-3

Edition 1.0 2011-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Instrument transformers –
Part 3: Additional requirements for inductive voltage transformers

Transformateurs de mesure –
Partie 3: Exigences supplémentaires concernant les transformateurs inductifs de tension

IEC 61869-3:2011

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2011 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.
If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.
Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,…). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:
Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,…). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:
Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

IEC 61869-3

Edition 1.0 2011-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Instrument transformers –
Part 3: Additional requirements for inductive voltage transformers

Transformateurs de mesure –
Partie 3: Exigences supplémentaires concernant les transformateurs inductifs de tension

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX U

ICS 17.220.20

ISBN 978-2-88912-544-9

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
® de la Commission Electrotechnique Internationale
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

CONTENTS

FOREWORD 4
1 Scope 7
2 Normative references 7
3 Terms, definitions and abbreviations 7
3.1 General definitions 7
3.2 Definitions related to dielectric ratings 8
3.4 Definitions related to accuracy 9
3.5 Definitions related to other ratings 9
3.7 Index of abbreviation 9
5 Ratings 9
5.3 Rated insulation levels 10
5.5 Rated output 10
5.5.301 Rated output values 10
5.5.302 Rated thermal limiting output 10
5.5.303 Rated output values for residual voltage windings 10
5.5.304 Rated thermal limiting output for residual voltage windings 10
5.6 Rated accuracy class 11
5.6.301 Accuracy requirements for single-phase inductive measuring voltage transformers 11
5.6.302 Additional requirements for single-phase inductive protective voltage transformers 12
5.301 Standard values of rated voltages 13
5.301.1 Rated primary voltages 13
5.301.2 Rated secondary voltages 13
5.301.3 Rated voltages for residual voltage windings 13
5.302 Standard values of rated voltage factor 14
6 Design and construction 15
6.4 Requirements for temperature rise of parts and components 15
6.4.1 General 15
6.13 Markings 15
6.13.301 Terminal markings 15
6.13.302 Rating plate markings 19
6.301 Short-circuit withstand capability 20
7 Tests 20
7.1 General 20
7.1.2 List of tests 20
7.2 Type tests 21
7.2.2 Temperature-rise test 21
7.2.3 Impulse voltage withstand test on primary terminals 22
7.2.5 Electromagnetic Compatibility (EMC) tests 23
7.2.6 Test for accuracy 23
7.2.301 Short-circuit withstand capability test 23
7.3 Routine tests 24
7.3.1 Power-frequency voltage withstand tests on primary terminals 24
7.3.2 Partial discharge measurements 27
7.3.5 Test for accuracy 27

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

7.4 Special tests 27
7.4.3 Measurement of capacitance and dielectric dissipation factor 27
7.4.6 Internal arc fault test 28

Figure 301 – Single-phase transformer with fully insulated terminals and a single secondary 16
Figure 302 – Single-phase transformer with a neutral primary terminal with reduced insulation and a single secondary 16
Figure 303 – Three-phase assembly with a single secondary 16
Figure 304 – Single-phase transformer with two secondaries 17
Figure 305 – Three-phase assembly with two secondaries 17
Figure 306 – Single-phase transformer with one multi-tap secondary 17
Figure 307 – Three-phase assembly with one multi-tap secondary 17
Figure 308 – Single-phase transformer with two multi-tap secondaries 18
Figure 309 – Single-phase transformer with one residual voltage winding 18
Figure 310 – Three-phase transformer with one residual voltage winding 18
Figure 311 – Example of a typical rating plate 20
Figure 312 – Example of a rating plate with typical data 20
Figure 313 – Common mode (separate source) test voltage application 26
Figure 314 – Differential mode (induced) test voltage application – Primary excitation 26
Figure 315 – Differential mode (induced) test voltage application – Secondary excitation 27

Table 301 – Limits of voltage error and phase displacement for measuring voltage transformers 11
Table 302 – Limits of voltage error and phase displacement for protective voltage transformers 12
Table 303 – Rated voltages for secondary windings intended to produce a residual voltage 14
Table 10 – List of tests 21
Table 305 – Burden ranges for accuracy tests 23

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INSTRUMENT TRANSFORMERS –

Part 3: Additional requirements for inductive voltage transformers

FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This International Standard IEC 61869-3 has been prepared by subcommittee 38: Instrument transformers.

This standard replaces IEC 60044-2: Inductive Voltage Transformers.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
38/410/FDIS	38/413/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

This standard is Part 3 of IEC 61869, published under the general title *Instrument transformers*.

This part 3 is to be read in conjunction with, and is based on, IEC 61869-1, *General Requirements* - first edition (2007)- however the reader is encouraged to use its most recent edition.

This Part 3 follows the structure of IEC 61869-1 and supplements or modifies its corresponding clauses.

When a particular clause/subclause of Part 1 is not mentioned in this Part 3, that clause/subclause applies as far as is reasonable. When this standard states “addition”, “modification” or “replacement”, the relevant text in Part 1 is to be adapted accordingly.

For additional clauses, subclauses, figures, tables, annexes or notes, the following numbering system is used:

– clauses, subclauses, tables, figures and notes that are numbered starting from 301 are additional to those in Part 1;
– additional annexes are lettered 3A, 3B, etc.

An overview of the planned set of standards at the date of publication of this document is given below. The updated list of standards issued by IEC TC38 is available at the website: www.iec.ch.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

PRODUCT FAMILY STANDARDS		PRODUCT STANDARD	PRODUCTS	OLD STANDARD
61869-1 GENERAL REQUIREMENTS FOR INSTRUMENT TRANSFORMERS		**61869-2**	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR CURRENT TRANSFORMERS	60044-1 60044-6
		61869-3	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR INDUCTIVE VOLTAGE TRANSFORMERS	60044-2
		61869-4	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR COMBINED TRANSFORMERS	60044-3
		61869-5	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR CAPACITIVE VOLTAGE TRANSFORMERS	60044-5
	61869-6 ADDITIONAL GENERAL REQUIREMENT FOR ELECTRONIC INSTRUMENT TRANSFORMERS AND LOW POWER STAND ALONE SENSORS	**61869-7**	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR ELECTRONIC VOLTAGE TRANSFORMERS	60044-7
		61869-8	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR ELECTRONIC CURRENT TRANSFORMERS	60044-8
		61869-9	DIGITAL INTERFACE FOR INSTRUMENT TRANSFORMERS	
		61869-10	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR LOW-POWER STAND-ALONE CURRENT SENSORS	
		61869-11	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR LOW POWER STAND ALONE VOLTAGE SENSOR	60044-7
		61869-12	ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR COMBINED ELECTRONIC INSTRUMENT TRANSFORMER OR COMBINED STAND ALONE SENSORS	
		61869-13	STAND ALONE MERGING UNIT	

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INSTRUMENT TRANSFORMERS –

Part 3: Additional requirements for inductive voltage transformers

1 Scope

This part of IEC 61869 applies to new inductive voltage transformers for use with electrical measuring instruments and electrical protective devices at frequencies from 15 Hz to 100 Hz.

NOTE 301 Requirements specific to three-phase voltage transformers are not included in this standard but, so far as they are relevant, the requirements in clauses 4 to 10 apply to these transformers and a few references to them are included in those clauses (e.g. see 3.1.303, 5.301.1, 5.301.2, 5.5.301, 6.13.301.1 and Table 304).

All the transformers shall be suitable for measuring purposes, but, in addition, certain types may be suitable for protection purposes. Transformers for the dual purpose of measurement and protection shall comply with all clauses of this standard.

2 Normative references

Clause 2 of IEC 61869-1:2007 is applicable with the following additions:

IEC 60028, *International Standard of resistance for copper*

IEC 60038, *IEC standard voltages*

IEC 61869-1:2007, *Instrument transformers – Part 1: General requirements*

3 Terms, definitions and abbreviations

For the purposes of this document, the terms and definitions in IEC 61869-1:2007 apply with the following additions:

3.1 General definitions

3.1.301
voltage transformer
instrument transformer in which the secondary voltage, in normal conditions of use, is substantially proportional to the primary voltage and differs in phase from it by an angle which is approximately zero for an appropriate direction of the connections

[IEC 60050-321:1986, 321-03-01]

3.1.302
unearthed voltage transformer
voltage transformer which has all parts of its primary winding, including terminals, insulated from earth to a level corresponding to its rated insulation level

3.1.303
earthed voltage transformer
single-phase voltage transformer which is intended to have one end of its primary winding directly earthed or a three-phase voltage transformer which is intended to have the star-point of its primary winding directly earthed

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

3.1.304
measuring voltage transformer
voltage transformer intended to transmit an information signal to measuring instruments, integrating meters and similar apparatus

[IEC 60050-321:1986 , 321-03-04 modified]

3.1.305
protective voltage transformer
voltage transformer intended to transmit an information signal to electrical protective and control devices

[IEC 60050-321:1986 , 321-03-05]

3.1.306
primary winding
winding to which the voltage to be transformed is applied

3.1.307
secondary winding
winding which supplies the voltage circuits of measuring instruments, meters, relays or similar apparatus

3.1.308
residual voltage winding
winding of a single-phase voltage transformer intended, in a set of three single-phase transformers, for connection in broken delta for the purpose of:

a) producing a residual voltage under earth-fault conditions;

b) damping of relaxation oscillations (ferro-resonances).

3.2 Definitions related to dielectric ratings

3.2.301
rated primary voltage
U_{pr}
value of the primary voltage which appears in the designation of the transformer and on which its performance is based

[IEC 60050-321:1986, 321-01-12 modified]

3.2.302
rated secondary voltage
U_{sr}
value of the secondary voltage which appears in the designation of the transformer and on which its performance is based

[IEC 60050-321:1986, 321-01-16 modified]

3.2.303
rated voltage factor
F_v
multiplying factor to be applied to the rated primary voltage to determine the maximum voltage at which a transformer must comply with the relevant thermal requirements for a specified time and with the relevant accuracy requirements

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

3.4 Definitions related to accuracy

3.4.3

ratio error

ε

Definition 3.4.3 of IEC 61869-1:2007 is applicable with the following additional text:

The ratio error (voltage error), expressed in per cent, is given by the formula:

$$\varepsilon = \frac{k_r \times U_S - U_P}{U_P} \times 100 \ [\%]$$

where

k_r is the rated transformation ratio;

U_p is the actual primary voltage;

U_s is the actual secondary voltage when U_p is applied under the conditions of measurement.

3.5 Definitions related to other ratings

3.5.301
thermal limiting output
value of the apparent power at rated voltage which can be taken from a secondary winding without exceeding the limits of temperature rise.

NOTE 301 In this condition the limits of voltage error and phase displacement, for all secondary windings, most probably may be exceeded.

NOTE 302 In the case of more than one secondary winding, the thermal limiting output is to be given separately.

3.7 Index of abbreviations

Subclause 3.7 of IEC 61869-1 is replaced by the following:

IT	Instrument Transformer
CT	Current Transformer
CVT	Capacitive Voltage Transformer
VT	Voltage Transformer
AIS	Air-Insulated Switchgear
GIS	Gas-Insulated Switchgear
k	actual transformation ratio
k_r	rated transformation ratio
ε	ratio error
$\Delta\varphi$	phase displacement
S_r	rated output
U_{sys}	highest voltage for system
U_m	highest voltage for equipment
U_{Pr}	rated primary voltage
U_{Sr}	rated secondary voltage
F_V	rated voltage factor
f_R	rated frequency
F	mechanical load
F_{rel}	relative leakage rate

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5 Ratings

Clause 5 of IEC 61869-1 is applicable with the following modifications:

NOTE 301 Please note that additional voltage ratings, to be considered together with Subclause 5.2: Highest voltage for equipment, are given in 5.301: Standard values of rated voltages. In future revision of IEC 61869 the layout of this clause will be rearranged.

5.3 Rated insulation levels

5.3.3.301 Power-frequency withstand voltage for the earthed terminal

The rated power-frequency short-duration withstand voltage shall be 3 kV (r.m.s.).

5.5 Rated output

5.5.301 Rated output values

The standard values of rated output at a power factor of 1, expressed in voltamperes, are:

1,0 - 2,5 - 5,0 - 10 VA (burden range I)

The standard values of rated output at a power factor of 0,8 lagging, expressed in voltamperes, are:

10 - 25 - 50 - 100 VA (burden range II)

The rated output of a three-phase transformer shall be the rated output per phase.

NOTE 301 For a given transformer, provided one of the values of rated output is standard and associated with a standard accuracy class, the declaration of other rated outputs, which may be non-standard values but associated with other standard accuracy classes, is not precluded.

5.5.302 Rated thermal limiting output

The rated thermal limiting output shall be specified in voltamperes; the standard values are:

25 - 50 - 100 VA and their decimal multiples,

related to the rated secondary voltage with unity power factor.

5.5.303 Rated output values for residual voltage windings

The rated output of windings intended to be connected in broken delta with similar windings to produce a residual voltage shall be specified in voltamperes and the value shall be chosen from the values specified in 5.5.301.

5.5.304 Rated thermal limiting output for residual voltage windings

The rated thermal limiting output of the residual voltage winding shall be specified in voltamperes; the standard values are:

25 - 50 - 100 VA and their decimal multiples,

related to the rated secondary voltage with unity power factor.

NOTE 301 Where a thermal limiting output is assigned to a residual voltage winding connected in a broken delta, it should be noted that these windings are only loaded under fault conditions and therefore for a limited duration. Deviating from the definition in 3.5.301, the rated thermal output of the residual voltage winding should be referred to a duration of 8 h.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.6 Rated accuracy class

5.6.301 Accuracy requirements for single-phase inductive measuring voltage transformers

5.6.301.1 Accuracy class designation for measuring voltage transformers

For measuring voltage transformers, the accuracy class is designated by the highest permissible percentage voltage error at rated voltage and with rated burden, prescribed for the accuracy class concerned.

5.6.301.2 Standard accuracy classes for measuring voltage transformers

The standard accuracy classes for single-phase inductive measuring voltage transformers are:

0,1 – 0,2 – 0,5 – 1,0 – 3,0

NOTE 301 Guidance on appropriate accuracy classes will be included in a future annex.

5.6.301.3 Limits of voltage error and phase displacement for measuring voltage transformers

The voltage error and phase displacement at rated frequency shall not exceed the values given in Table 301 at any voltage between 80 % and 120 % of rated voltage and with burdens:

- any value from 0 VA to 100 % of the rated burden, at a power factor equal to 1 for burden range I.
- between 25 % and 100 % of rated burden at a power factor of 0,8 lagging for burden range II.

The errors shall be determined at the terminals of the transformer and shall include the effects of any fuses or resistors as an integral part of the transformer.

For transformers with tappings on the secondary winding, the accuracy requirements refer to the highest transformation ratio, unless otherwise specified.

Table 301 – Limits of voltage error and phase displacement for measuring voltage transformers

Class	Voltage (ratio) error ε_u ±%	Phase displacement $\Delta\varphi$	
		±Minutes	±Centiradians
0,1	0,1	5	0,15
0,2	0,2	10	0,3
0,5	0,5	20	0,6
1,0	1,0	40	1,2
3,0	3,0	Not specified	Not specified

NOTE Where transformers have two separate secondary windings, allowance must be made for the mutual interdependence. It is necessary to specify an output range for each winding under test and each should meet the accuracy requirements within this range with the untested windings at any burden from zero to rated value.

If no specification of output ranges is supplied, these ranges for the winding under test shall be from 25 % to 100 % of the rated output for each winding.

If one of the windings is loaded only occasionally for short periods or only used as a residual voltage winding, its effect upon other windings may be neglected.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.6.302 Additional requirements for single-phase inductive protective voltage transformers

5.6.302.1 Accuracy class designation for protective voltage transformers

All voltage transformers intended for protective purposes, with the exception of residual voltage windings, shall be assigned a measuring accuracy class in accordance with 5.6.301.1 and 5.6.301.2. In addition, they shall be assigned one of the accuracy classes specified in 5.6.302.2.

The accuracy class for a protective voltage transformer is designated by the highest permissible percentage voltage error prescribed for the accuracy class concerned, from 5 % of rated voltage to a voltage corresponding to the rated voltage factor (see 5.302). This expression is followed by the letter P.

5.6.302.2 Standard accuracy classes for protective voltage transformers

The standard accuracy classes for protective voltage transformers are 3P and 6P, and the same limits of voltage error and phase displacement will normally apply at both 5 % of rated voltage and at the voltage corresponding to the rated voltage factor. At 2 % of rated voltage, the error limits will be twice as high as those at 5 % of rated voltage.

5.6.302.3 Limits of voltage error and phase displacement for protective voltage transformers

The voltage error and phase displacement at rated frequency shall not exceed the values in Table 302 at 5 % of rated voltage and at rated voltage multiplied by the rated voltage factor (1,2, 1,5 or 1,9) with burdens of:

- any value from 0 VA to 100 % of the rated burden, at a power factor equal to 1 for burden range I.
- between 25 % and 100 % of rated burden at a power factor of 0,8 lagging for burden range II.

At 2 % of rated voltage, the limits of voltage error and phase displacement will be twice as high as those given in Table 302.

Table 302 – Limits of voltage error and phase displacement for protective voltage transformers

Class	Voltage (ratio) error ε_u ±%	Phase displacement $\Delta\varphi$	
		±Minutes	±Centiradians
3P	3,0	120	3,5
6P	6,0	240	7,0
NOTE When ordering transformers having two separate secondary windings, because of their interdependence, the user should specify two output ranges, one for each winding, the upper limit of each output range corresponding to a standard rated output value. Each winding should fulfill its respective accuracy requirements within its output range, whilst at the same time the other winding has an output of any value from zero up to 100 % of the upper limit of its output range. In proving compliance with this requirement, it is sufficient to test at extreme values only. If no specification of output ranges is supplied, these ranges are deemed to be from 25 % to 100 % of the rated output for each winding			

5.6.302.4 Accuracy class for residual voltage windings

The accuracy class for a residual voltage winding shall be 6P or better, as defined in 5.6.302.1 and 5.6.302.2.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

NOTE 301 If a residual voltage winding is used for special purposes, another standard accuracy class in accordance with 5.6.301.1, 5.6.301.2, 5.6.302.1 and 5.6.302.2 can be agreed between manufacturer and purchaser.

NOTE 302 If the residual voltage winding is used only for damping purposes, an accuracy class designation is not mandatory.

5.301 Standard values of rated voltages

5.301.1 Rated primary voltages

The standard values of rated primary voltage of three-phase transformers and of single-phase transformers for use in a single-phase system or between lines in a three-phase system shall be one of the values of rated system voltage designated as being usual values in IEC 60038. The standard values of rated primary voltage of a single-phase transformer connected between one line of a three-phase system and earth or between a system neutral point and earth shall be $1/\sqrt{3}$ times one of the values of rated system voltage.

NOTE 301 The performance of a voltage transformer as a measuring or protection transformer is based on the rated primary voltage, whereas the rated insulation level is based on one of the highest voltages for equipment of IEC 60038.

5.301.2 Rated secondary voltages

The rated secondary voltage shall be chosen according to the practice at the location where the transformer is to be used. The values given below are considered standard values for single-phase transformers in single-phase systems or connected line-to-line in three-phase systems and for three-phase transformers.

a) Based on the current practice of a group of European countries:
   - 100 V and 110 V;
   - 200 V for extended secondary circuits.

b) Based on the current practice in the United States and Canada:
   - 120 V for distribution systems;
   - 115 V for transmission systems;
   - 230 V for extended secondary circuits.

For single-phase transformers intended to be used phase-to-earth in three-phase systems where the rated primary voltage is a number divided by $\sqrt{3}$, the rated secondary voltage shall be one of the fore-mentioned values divided by $\sqrt{3}$, thus retaining the value of the rated transformation ratio.

NOTE 301 The rated secondary voltage for windings intended to produce a residual secondary voltage is given in 5.301.3

5.301.3 Rated voltages for residual voltage windings

Rated secondary voltages of windings intended to be connected in broken delta with similar windings to produce a residual voltage are given in Table 303.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Table 303 – Rated voltages for secondary windings intended to produce a residual voltage

Preferred values V		Alternative (non-preferred) values V
100	110	200
$\frac{100}{\sqrt{3}}$	$\frac{110}{\sqrt{3}}$	$\frac{200}{\sqrt{3}}$
$\frac{100}{3}$	$\frac{110}{3}$	$\frac{200}{3}$
NOTE Where system conditions are such that the preferred values of rated secondary voltages would produce a residual voltage that is too low, the non-preferred values may be used, but attention is drawn to the need to take precautions for purposes of safety.		

5.302 Standard values of rated voltage factor

The voltage factor is determined by the maximum operating voltage which, in turn, is dependent on the system and the voltage transformer primary winding earthing conditions.

The standard voltage factors appropriate to the different earthing conditions are given in Table 304, together with the permissible duration of maximum operating voltage (i.e. rated time).

Table 304 – Standard values of rated voltage factors

Rated voltage factor	Rated time	Method of connecting the primary winding and system earthing conditions
1,2	Continuous	Between phases in any network Between transformer star-point and earth in any network
1,2	Continuous	Between phase and earth in an effectively earthed neutral system (IEC 61869-1:2007, 3.2.7a)
1,5	30 s	
1,2	Continuous	Between phase and earth in a non-effectively earthed neutral system (IEC 61869-1:2007, 3.2.7b) with automatic earth-fault tripping
1,9	30 s	
1,2	Continuous	Between phase and earth in an isolated neutral system (IEC 61869-1:2007, 3.2.4) without automatic earth-fault tripping or in a resonant earthed system (IEC 61869-1:2007, 3.2.5) without automatic earth-fault tripping
1,9	8 h	
NOTE 1 The highest continuous operating voltage of an inductive voltage transformer is equal to the highest voltage for equipment (divided by √3 for transformers connected between a phase of a three-phase system and earth) or the rated primary voltage multiplied by the factor 1,2, whichever is the lowest. NOTE 2 Reduced rated times are permissible by agreement between manufacturer and purchaser.		

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6 Design and construction

6.4 Requirements for temperature rise of parts and components

6.4.1 General

Clause 6.4.1 of IEC 61869-1:2007 is applicable with the following additional text:

Unless otherwise specified, the temperature rise of a voltage transformer at the specified voltage, at rated frequency and at rated burden, or at the highest rated burden if there are several rated burdens, at any power factor between 0,8 lagging and unity, shall not exceed the appropriate value given in Table 5 of IEC 61869-1:2007.

When the transformer is fitted with a conservator tank or has an inert gas above the oil, or is hermetically sealed the temperature rise of the oil at the top of the tank or housing shall not exceed 55 K.

When the transformer is not so fitted or arranged, the temperature rise of the oil at the top of the tank or housing shall not exceed 50 K.

The temperature rise measured on the external surface of the core and other metallic parts where in contact with, or adjacent to, insulation shall not exceed the appropriate value in Table 5 of IEC 61869-1:2007.

6.13 Markings

6.13.301 Terminal markings

6.13.301.1 General rules

These markings are applicable to single-phase voltage transformers and also to sets of single-phase voltage transformers assembled as one unit and connected as a three-phase voltage transformer or to a three-phase voltage transformer having a common core for the three phases.

6.13.301.2 Method of marking

Capital letters A, B, C and N denote the primary-winding terminals and the lower-case letters a, b, c and n denote the corresponding secondary-winding terminals.

The letters A, B and C denote fully insulated terminals and the letter N denotes a terminal intended to be earthed and the insulation of which is less than that of the other terminal(s).

The letters da and dn denote the terminals of windings intended to supply a residual voltage.

6.13.301.3 Markings to be used

Markings shall be in accordance with Figures 301 to 310 as appropriate.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

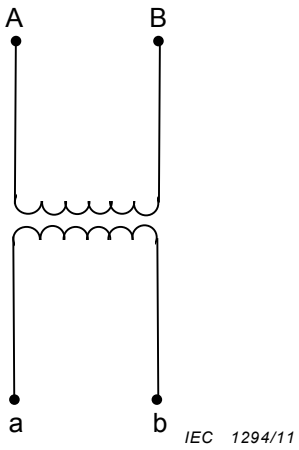


Figure 301 – Single-phase transformer with fully insulated terminals and a single secondary

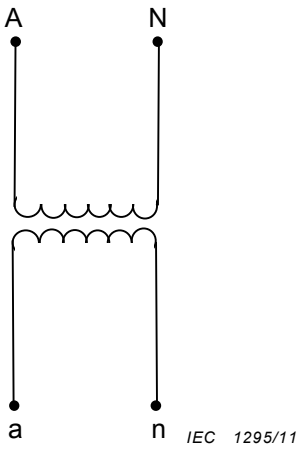


Figure 302 – Single-phase transformer with a neutral primary terminal with reduced insulation and a single secondary

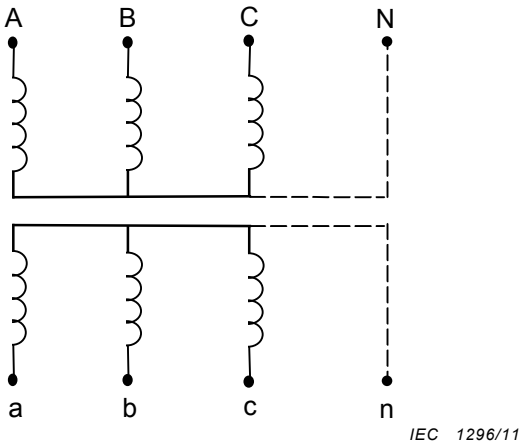


Figure 303 – Three-phase assembly with a single secondary

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

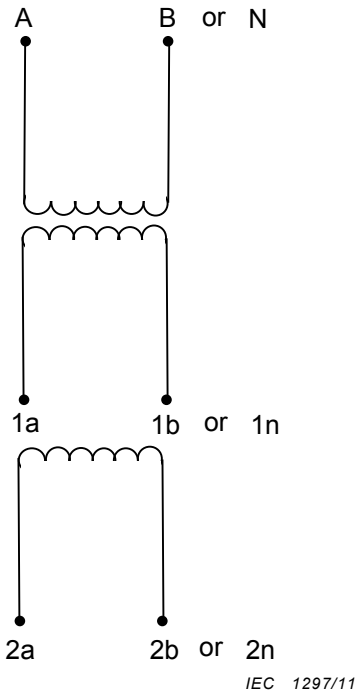


Figure 304 – Single-phase transformer with two secondaries

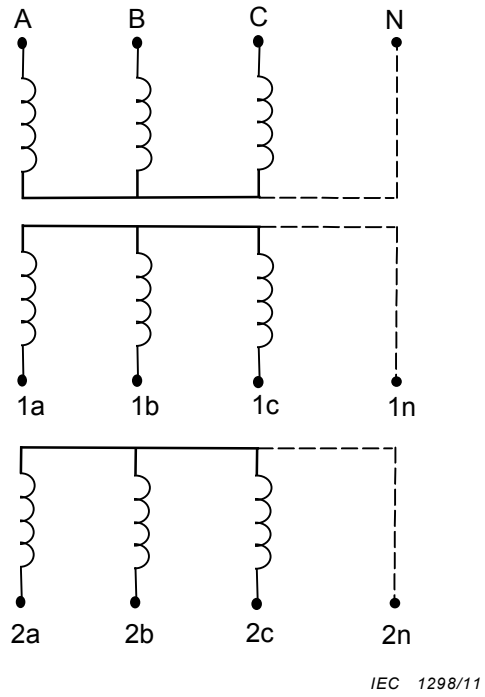


Figure 305 – Three-phase assembly with two secondaries

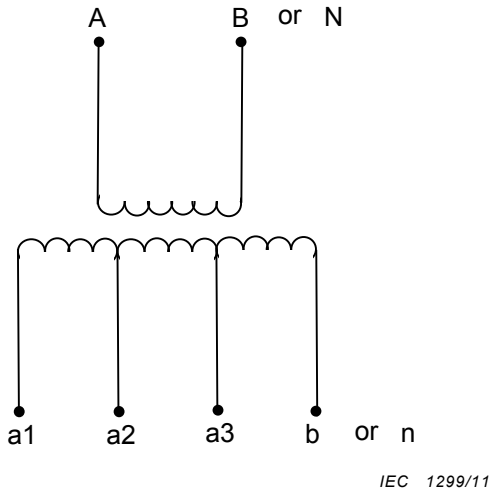


Figure 306 – Single-phase transformer with one multi-tap secondary

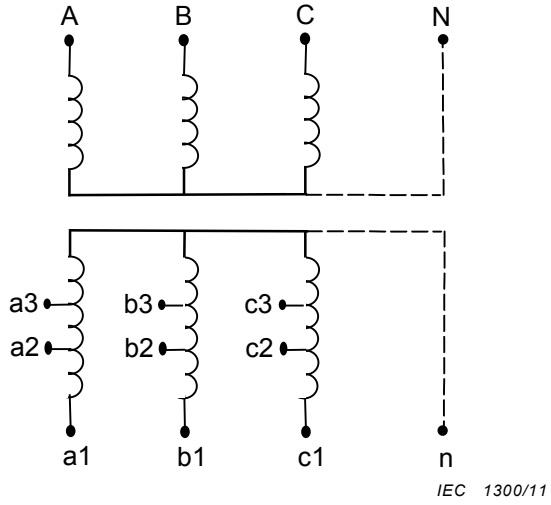


Figure 307 – Three-phase assembly with one multi-tap secondary

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

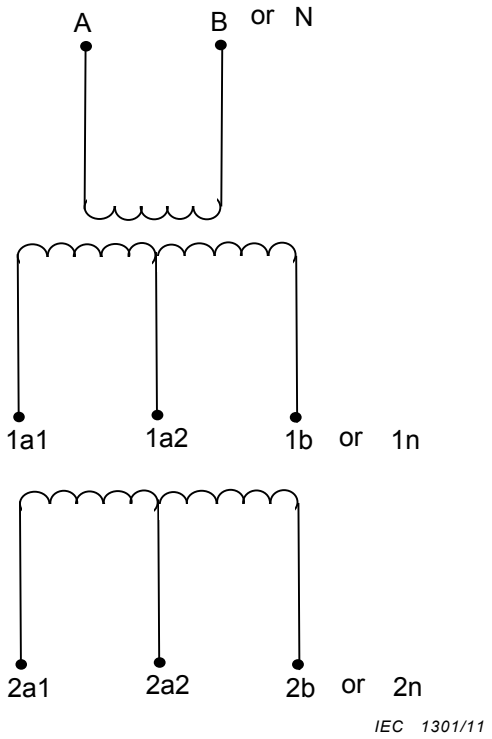


Figure 308 – Single-phase transformer with two multi-tap secondaries

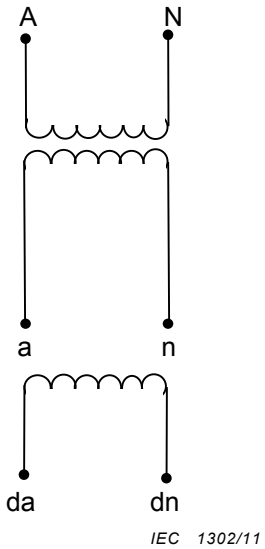


Figure 309 – Single-phase transformer with one residual voltage winding

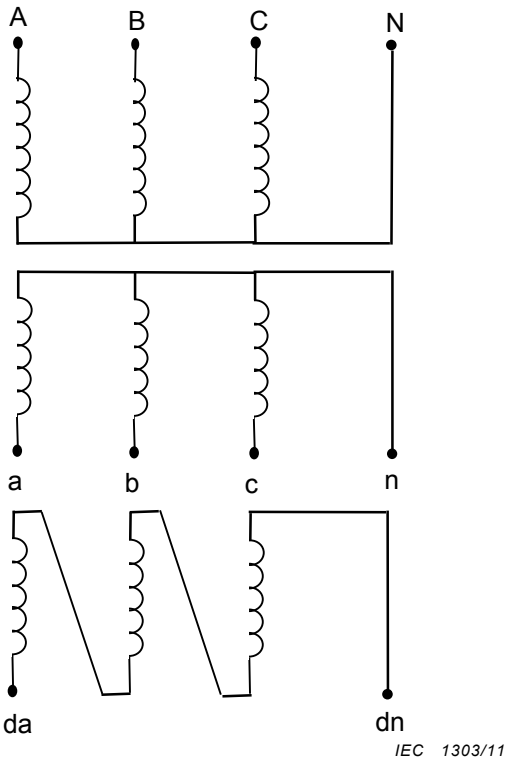


Figure 310 – Three-phase transformer with one residual voltage winding

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

6.13.301.4 Indication of relative polarities

Terminals having corresponding capital and lower-case markings shall have the same polarity at the same instant.

6.13.302 Rating plate markings

6.13.302.1 General

In addition to those markings stated in IEC 61869-1:2007, Clause 6.13, all voltage transformers shall carry the following markings:

a) the rated primary and secondary voltage (e.g. 66/0,11 kV);

b) rated output and the corresponding accuracy class (e.g. 50 VA Class 1.0);

NOTE 301 When two separate secondary windings are provided, the marking should indicate the output range of each secondary winding in VA, the corresponding accuracy class and the rated voltage of each winding.

In addition, the following information should be marked:

c) rated voltage factor and corresponding rated time.

NOTE 302 For gas insulated voltage transformers, the highest voltage of the voltage transformer shall be indicated on the rating plate as the rated voltage for equipment.

For voltage transformers belonging to burden range I, this rating shall be indicated immediately before the burden indication (for example, 0 VA-10 VA class 0,2).

NOTE 303 The rating plate may contain information concerning several combinations of output and accuracy class that the transformer can satisfy.

An example of a typical rating plate is given in Figure 311 and one showing typical data in Figure 312.

6.13.302.2 Marking of the rating plate of a measuring voltage transformer

The rating plate shall carry the appropriate information in accordance with 6.13.302.1.

The accuracy class shall be indicated following the indications of the corresponding rated output (e.g. 100 VA, class 0,5).

6.13.302.3 Marking of the rating plate of a protective voltage transformer

The rating plate shall carry the appropriate information in accordance with 6.13.302.1. In the case of small voltage transformers with limited space, it may be necessary to restrict the data and/or split the data into separate labels.

The accuracy class shall be indicated after the corresponding rated output.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

MANUFACTURER'S NAME		**VOLTAGE TRANSFORMER TYPE** _____	
YEAR _____		SERIAL _____	MASS _____ kg
A - N ____/√3 kV	1a – 1n _____ V	2a - 2n _____ V	da - dn _____ V
	VA _____	VA _____	VA _____
	Class _____	Class _____	Class _____
Frequency _____Hz	Um _____ kV	LI/SI/AC ___ kV/ ____kV / _____kV __sec	
Mech. ___kN	Temp. -___/+___°C	F_v ___ for ____	Ins. Class _____

Additional markings when required

Filling fluid _____	Filling pressure __kPa	Min pressure __kPa	Fluid volume __ litre

IEC 1304/11

Figure 311 – Example of a typical rating plate

MANUFACTURER'S NAME		**VOLTAGE TRANSFORMER TYPE** Type designation	
YEAR 2007		SERIAL as required	MASS 500 kg
A - N 220/√3 kV	1a – 1n 63.5 V	2a - 2n - V	da - dn 110 V
	VA 25/50*	VA -	VA 25
	Class 0.5/3P	Class -	Class 6P
Frequency 50 Hz	Um 245 kV	LI/SI/AC 1050 kV / --- kV / 460 kV 60sec	
Mech. 1,25 kN	Temp. - 25/+ 40 °C	F_v 1.5 for 30 s	Ins. Class A
Filling fluid Oil Type (Grade)	Filling pressure 120 kPa	Min. pressure 100 kPa	Fluid volume 300 litre
Note* - Thermal limit burden 100 VA		**Sealed Unit – Do not tamper**	

IEC 1305/11

Figure 312 – Example of a rating plate with typical data

(In this case: 220 kV unit with two secondary windings)

6.301 Short-circuit withstand capability

The voltage transformer shall be designed and constructed to withstand without damage, when energized at rated voltage, the mechanical and thermal effects of an external short-circuit for the duration of 1 s.

7 Tests

7.1 General

7.1.2 List of tests

Replace Table 10 of IEC 61869-1: 2007 with the following:

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Table 10 – List of tests

Tests	Clause/Subclause
Type tests	**7.2**
Temperature-rise test	7.2.2
Impulse voltage test on primary terminals	7.2.3
Wet test for outdoor type transformers	7.2.4
Electromagnetic Compatibility tests	7.2.5
Test for accuracy	7.2.6
Verification of the degree of protection by enclosures	7.2.7
Enclosure tightness test at ambient temperature	7.2.8
Pressure test for the enclosure	7.2.9
Short-circuit withstand capability test	7.2.301
Routine tests	**7.3**
Power-frequency voltage withstand tests on primary terminals	7.3.1
Partial discharge measurement	7.3.2
Power-frequency voltage withstand tests between sections	7.3.3
Power-frequency voltage withstand tests on secondary terminals	7.3.4
Test for accuracy	7.3.5
Verification of markings	7.3.6
Enclosure tightness test at ambient temperature	7.3.7
Pressure test for the enclosure	7.3.8
Special tests	**7.4**
Chopped impulse voltage withstand test on primary terminals	7.4.1
Multiple chopped impulse test on primary terminals	7.4.2
Measurement of capacitance and dielectric dissipation factor	7.4.3
Transmitted overvoltage test	7.4.4
Mechanical tests	7.4.5
Internal arc fault test	7.4.6
Enclosure tightness test at low and high temperatures	7.4.7
Gas dew point test	7.4.8
Corrosion test	7.4.9
Fire hazard test	7.4.10
Sample tests	**7.5**

7.2 Type tests

7.2.2 Temperature-rise test

IEC 61869-1:2007, 7.2.2 is applicable with the following addition:

When there is more than one secondary winding, the test shall be made with the appropriate rated burden connected to each secondary winding, unless otherwise agreed between manufacturer and purchaser. The residual voltage winding shall be loaded in accordance with 6.4.1 .

For voltage transformers in three-phase gas-insulated metal enclosed switchgear, all three phases shall be tested at the same time.

The voltage transformer shall be mounted in a manner representative of the mounting in service. However, because the position of the voltage transformer in each switchgear can be different, the manufacturer shall decide the configuration of the test arrangement.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

The voltage to be applied to the transformer shall be in accordance with item a), b) or c) below, as appropriate.

a) All voltage transformers irrespective of voltage factor and time rating shall be tested at 1,2 times the rated primary voltage.

   If a thermal limiting output is specified, the transformer shall be tested at rated primary voltage, at a burden corresponding to the thermal limiting output at a unity power factor without loading the residual voltage winding.

   If a thermal limiting output is specified for more than one secondary windings, the transformer shall be tested separately with each of these windings connected, one at a time, to a burden corresponding to the relevant thermal limiting output at a unity power factor.

   The test shall be continued until the temperature of the transformer has reached a steady state.

b) Transformers having a voltage factor of 1,5 for 30 s or 1,9 for 30 s shall be tested at their respective voltage factor for 30 s starting after attaining stability at 1,2 times rated voltage. The temperature rise shall not exceed by more than 10 K the value specified in Table 5 of IEC 61869-1:2007.

   NOTE 301 The relatively short duration of 30 s for the overvoltage is unlikely to produce a measurable temperature rise following the measurement at rated voltage. Consequently, any detrimental effect due to the overvoltage on the transformer can best be assessed indirectly from observed deficiencies during the dielectric type tests.

c) Transformers having a voltage factor of 1,9 for 8 h shall be tested at 1,9 times the rated voltage for 8 h following the transformer attaining stability at 1,2 times rated voltage. The temperature rise shall not exceed by more than 10 K the values specified in Table 5 of IEC 61869-1:2007.

If one of the secondary windings is used as a residual voltage winding, a test shall be made in accordance with the test procedure described above, starting with the test in accordance with item a) at 1,2 times the rated primary voltage and directly followed by the test in accordance with item c).

During the preconditioning test with 1,2 times the rated primary voltage, the residual voltage winding is unloaded. During the test, at 1,9 times the rated primary voltage for 8 h, the residual voltage winding shall be loaded with the burden corresponding to the rated thermal limiting output (see 5.5.304) while the other windings are loaded with the rated burden.

NOTE 302 The voltage measurement has to be performed on the primary winding, as the actual secondary voltage may be appreciably smaller than the rated secondary voltage multiplied by the voltage factor.

7.2.3 Impulse voltage withstand test on primary terminals

7.2.3.1 General

IEC 61869-1:2007, 7.2.3.1 is applicable with the following addition:

The test voltage shall be applied between each line terminal of the primary winding and earth. The earthed terminal of the primary winding or the non-tested line terminal in the case of an unearthed voltage transformer, at least one terminal of each secondary winding, the frame, case (if any) and core (if intended to be earthed) shall be earthed during the test.

NOTE 301 The earth connections may be made through suitable current recording devices.

For three-phase voltage transformers for gas-insulated substations all phases shall be tested one after another. While each phase is being tested, all other phases shall be earthed.

For the acceptance criteria of gas-insulated, metal enclosed voltage transformers, refer to IEC 62271-203:2003, 6.2.4.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

7.2.3.2 Lightning impulse voltage test on primary terminals

7.2.3.2.1 Instrument transformers having U_m < 300 kV

IEC 61869-1:2007, 7.2.3.2.1 is applicable with the following addition:

For unearthed voltage transformers, approximately half the number of impulses shall be applied to each line terminal in turn with the other line terminal connected to earth.

7.2.3.3 Switching impulse voltage test

7.2.3.3.1 General

IEC 61869-1:2007, 7.2.3.3.1 is applicable with the following addition:

NOTE 301 To counteract the effect of core saturation, it is permitted, between consecutive impulses, to modify the magnetic conditions of the core by a suitable procedure.

7.2.5 Electromagnetic Compatibility (EMC) tests

7.2.5.2 Immunity test

Not applicable.

7.2.6 Test for accuracy

7.2.6.301 Type Tests for accuracy of measuring voltage transformers

To prove compliance with 5.6.301.3, type tests shall be made at 80 %, 100 % and 120 % of rated voltage, at rated frequency and with output values in accordance with Table 305 at a power factor of 1 (range I) or at a power factor of 0,8 lagging (range II).

Table 305 – Burden ranges for accuracy tests

Burden range	Preferred values of rated output VA	Test output values % (of rated)
I	1,0 - 2,5 – 5 - 10	0 and 100
II	10 – 25 – 50 - 100	25 and 100

7.2.6.302 Type Tests for accuracy of protective voltage transformers

To prove compliance with 5.6.302.3, type tests shall be made at 2 %, 5 % and 100 % of rated voltage and at rated voltage multiplied by the rated voltage factor (1,2, 1,5 or 1,9) and with values of output in accordance with Table 305 and a power factor of 1 (range I) or at a power factor of 0,8 lagging (range II).

When the transformer has several secondary windings, they are to be loaded as stated in the note to Table 302.

A residual voltage winding is unloaded during the tests with voltages up to 100 % of rated voltage and loaded with rated burden during the test with a voltage equal to rated voltage multiplied by the rated voltage factor.

7.2.301 Short-circuit withstand capability test

This test shall be made to prove compliance with 6.301.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

For this test, the transformer shall initially be at a temperature between 10 °C and 30 °C.

The voltage transformer shall be energized from the primary side and the short circuit applied between the secondary terminals.

One short circuit shall be applied for the duration of 1 s.

NOTE 301 This requirement applies also where fuses are an integral part of the transformer.

During the short circuit, the r.m.s. value of the applied voltage at the transformer terminals shall be not less than the rated voltage.

In the case of transformers provided with more than one secondary winding, or section, or with tappings, the test connection shall be agreed between manufacturer and purchaser.

NOTE 302 For inductive type transformers, the test may be carried out by energizing the secondary winding and applying the short circuit between the primary terminals.

The transformer shall be deemed to have passed this test if, after cooling to ambient temperature, it satisfies the following requirements:

a) it is not visibly damaged;
b) its errors do not differ from those recorded before the tests by more than half the limits of error in its accuracy class;
c) it withstands the dielectric tests specified in 7.3.1, 7.3.2, 7.3.3 and 7.3.4, but with the test voltage reduced to 90 % of those given;
d) on examination, the insulation next to the surface of both the primary and the secondary windings does not show significant deterioration (e.g. carbonization).

The examination d) is not required if the current density in the winding does not exceed 180 A/mm^2 where the winding is of copper of conductivity not less than 97 % of the value given in IEC 60028. The current density is to be based on the measured symmetrical r.m.s. short-circuit current in the secondary winding (divided by the rated transformation ratio in the case of the primary).

7.3 Routine tests

7.3.1 Power-frequency voltage withstand tests on primary terminals

Replace IEC 61869-1:2007, 7.3.1 with the following:

7.3.1.301 General

The power-frequency withstand tests shall be performed in accordance with IEC 60060-1.

Inductive voltage transformers shall be submitted to the following tests:

a) Common mode (separate source) power-frequency withstand test on primary terminals
b) Differential mode (induced) AC voltage test on primary terminals

The test is successful if no collapse of the test voltage occurs.

Repeated power-frequency tests on primary terminals should be performed at 80 % of the specified test voltage.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

7.3.1.302 Common mode (separate source) power-frequency withstand test

7.3.1.302.1 General

For common mode withstand test the duration shall be 60 s.

The test voltage shall be applied between the primary terminals and earth. The secondary terminals, the frame, case (if any) and core (if there is a special earth terminal) shall be connected to earth.

See also Figure 313.

7.3.1.302.2 Unearthed voltage transformers

For unearthed voltage transformers with windings having U_m < 300 kV the test voltages shall have the appropriate values given in Table 2 of IEC 61869-1:2007 depending on the highest voltage for equipment.

7.3.1.302.3 Earthed voltage transformers

For earthed voltage transformers the test voltage shall have the appropriate value given in 5.3.3.301.

7.3.1.303 Differential mode (induced) AC voltage test

7.3.1.303.1 General

For differential mode AC voltage test, the frequency of the test voltage may be increased above the rated value to prevent saturation of the core. The duration of the test shall be 60 s. If, however, the test frequency exceeds twice the rated frequency, the duration of the test may be reduced from 60 s as below:

$$\text{duration of test} = \frac{\text{(twice the rated frequency)}}{\text{test frequency}} \times 60 \ \text{[s]}$$

with a minimum of 15 s.

The test voltage shall be applied between primary terminals.

At the manufacturer's discretion, the test can be made by exciting the secondary winding with a voltage of sufficient magnitude to induce the specified test voltage in the primary winding, or by exciting the primary winding directly at the specified test voltage.

The test voltage shall be measured at the high-voltage side in each case. The frame, case (if any), core (if intended to be earthed) and one terminal of each secondary winding and the other terminal of the primary winding shall be connected together and to earth.

See also Figures 314 and 315.

The test voltages for windings having U_m < 300 kV shall have the appropriate values given in Table 2 of IEC 61869-1:2007 depending on the highest voltage for equipment.

When there is a considerable difference between the specified highest voltage for equipment (U_m) and the specified rated primary voltage, the induced voltage shall be limited to five times the rated primary voltage.

The test voltage for windings having U_m > 300 kV shall have the appropriate value given in Table 2 of IEC 61869-1:2007, depending on the rated lightning impulse withstand voltage.

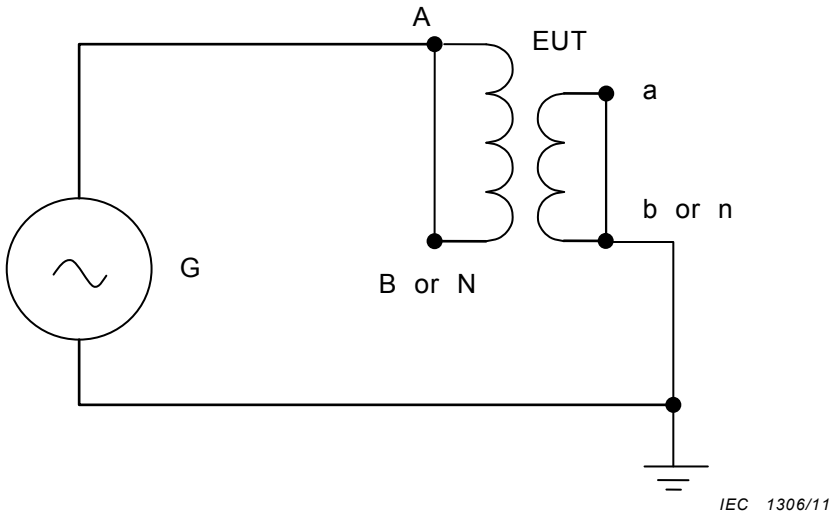
--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

7.3.1.303.2 Unearthed voltage transformers

For unearthed voltage transformers the test should be performed by test voltage applications to each line terminal for half the required time, with a minimum of 15 s for each terminal.

7.3.1.303.3 Earthed voltage transformers

For earthed voltage transformers the primary voltage terminal intended to be earthed in service is earthed during the test.



Key
EUT= Equipment Under Test
G= Test Voltage Generator

Figure 313 – Common mode (separate source) test voltage application

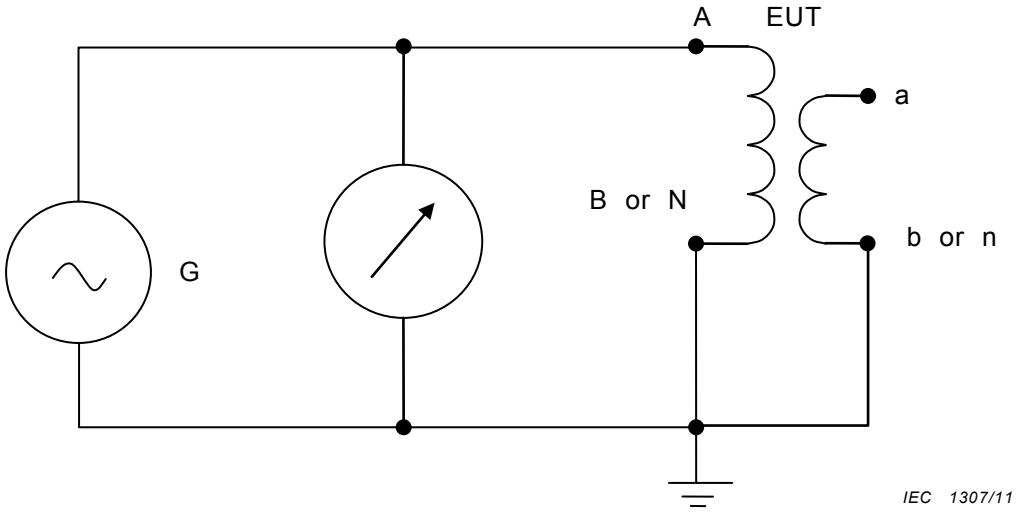


Figure 314 – Differential mode (induced) test voltage application – Primary excitation

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

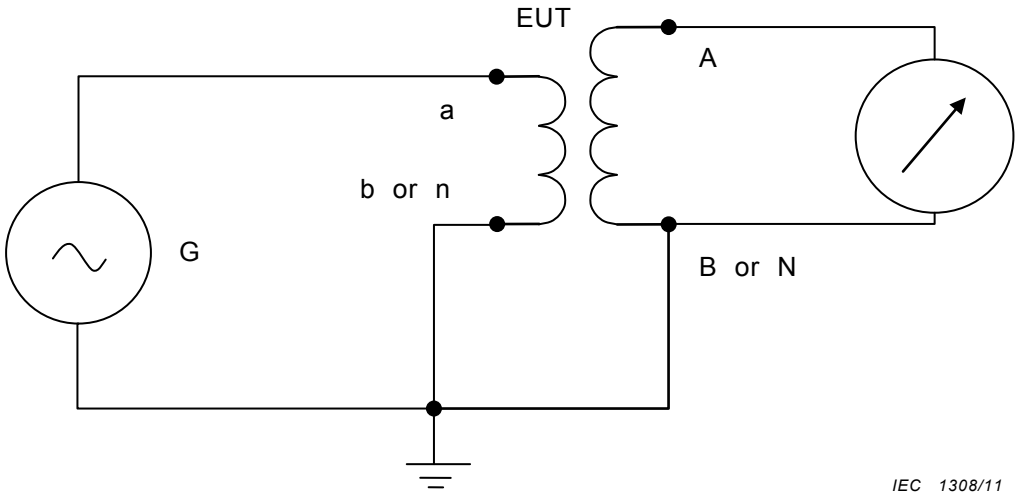


Figure 315 – Differential mode (induced) test voltage application – Secondary excitation

7.3.2 Partial discharge measurements

7.3.2.1 Test circuit and instrumentation

7.3.2.2 Partial discharge test procedure

IEC 61869-1:2007, 7.3.2.2 is applicable with the following addition:

NOTE 301 When the rated voltage of a voltage transformer is considerably lower than its highest system voltage U_m, lower pre-stress voltages and measuring voltages may be agreed between manufacturer and purchaser. When this applies, the PD test voltage shall be reduced in the same proportion as the pre-stress voltage.

The test circuit for unearthed voltage transformers shall be the same as for earthed voltage transformers but two tests shall be performed by applying the voltages alternately to each of the high voltage terminals with the other high voltage terminal connected to a low-voltage terminal, frame and case (if any). Refer to IEC 61869-1:2007, Figures 5 and 6.

7.3.5 Test for accuracy

7.3.5.301 Routine tests for accuracy of measuring voltage transformers

The routine tests for accuracy are in principle the same as the type tests in 7.2.6.301, but routine tests at a reduced number of voltages and/or burdens are permissible, provided it has been shown by type tests on a similar transformer that such a reduced number of tests is sufficient to prove compliance with 5.6.301.3.

7.3.5.302 Routine tests for accuracy of protective voltage transformers

The routine tests for accuracy are in principle the same as the type tests in 7.2.6.302, but routine tests at a reduced number of voltages and/or burdens are permissible, provided it has been shown by type tests on a similar transformer that such a reduced number of tests is sufficient to prove compliance with 5.6.302.3.

7.4 Special tests

7.4.3 Measurement of capacitance and dielectric dissipation factor

IEC 61869-1:2007, 7.4.3 is applicable with the following addition:

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

The test circuit shall be agreed between manufacturer and purchaser, the bridge method being preferred.

If the primary winding of the voltage transformer is constructed as a multiple coil winding and each coil is connected to the corresponding grading layer inside main insulation, only part of the insulation which refers to the coil connected to the earth potential is checked. In this case, test voltages according 7.4.3 of IEC 61869-1:2007 shall be reduced. The dielectric dissipation factor shall be corrected taking into account the resistance of the coil.

7.4.6 Internal arc fault test

IEC 61869-1:2007, 7.4.6 is applicable with the following addition:

NOTE 301 For most post-type oil-immersed voltage transformers, the location of the primary insulation most susceptible to failure is the transition region between the primary winding and primary conductor.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 32
1 Domaine d'application 35
2 Références normatives 35
3 Termes, définitions et abbréviations 35
3.1 Définitions générales 35
3.2 Définitions liées aux caractéristiques diélectriques 36
3.4 Définitions liées à la précision 37
3.5 Définitions liées aux autres caractéristiques assignées 37
3.7 Index des abréviation 35
5 Caractéristiques assignées 37
5.3 Niveaux d'isolement assignés 38
5.5 Puissance de sortie assignée 38
5.5.301 Valeurs de puissance de sortie assignée 38
5.5.302 Puissance thermique assignée limite 38
5.5.303 Puissance de sortie pour enroulements de tension résiduelle 39
5.5.304 Puissance thermique assignée limite pour enroulements de tension résiduelle 39
5.6 Classe de précision assignée 39
5.6.301 Exigences pour la précision des transformateurs inductifs de tension monophasés pour mesures 39
5.6.302 Exigences complémentaires pour les transformateurs inductifs de tension monophasés pour protection 40
5.301 Valeurs normales des tensions assignées 41
5.301.1 Tension primaire assignée 41
5.301.2 Tension secondaire assignée 41
5.301.3 Tensions assignées pour enroulements de tension résiduelle 42
5.302 Valeurs normales du facteur de tension assigné 42
6 Conception et construction 43
6.4 Exigences relatives à l'élévation de température des parties et des composants 43
6.4.1 Généralités 43
6.13 Marquages 43
6.13.301 Marquages des bornes 43
6.13.302 Marquage de la plaque signalétique 47
6.301 Tenue au court-circuit 48
7 Essais 49
7.1 Généralités 49
7.1.2 Liste des essais 49
7.2 Essais de type 49
7.2.2 Essai d'échauffement 49
7.2.3 Essai de tenue à la tension de choc sur les bornes primaires 50
7.2.5 Essais de Compatibilité électromagnétique (CEM) 51
7.2.6 Essai concernant la précision 51
7.2.301 Essai de tenue au court-circuit 52
7.3 Essais individuels de série 53
7.3.1 Essais de tenue de tension à la fréquence industrielle sur les bornes primaires 53

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

7.3.2 Mesure des décharges partielles 55
7.3.5 Essai concernant la précision 56
7.4 Essais spéciaux 56
7.4.3 Mesure de la capacité et du facteur de dissipation diélectrique 56
7.4.6 Essai de défaut d'arc interne 56

Figure 301 – Transformateur monophasé avec bornes primaires totalement isolées et un seul circuit secondaire 44
Figure 302 – Transformateur monophasé avec une borne primaire neutre à isolement réduit et un seul circuit secondaire 44
Figure 303 – Ensemble triphasé avec un seul circuit secondaire 44
Figure 304 – Transformateur monophasé avec deux circuits secondaires 45
Figure 305 – Ensemble triphasé avec deux circuits secondaires 45
Figure 306 – Transformateur monophasé avec un circuit secondaire à prises multiples 45
Figure 307 – Ensemble triphasé avec un circuit secondaire à prises multiples 45
Figure 308 – Transformateur monophasé avec deux circuits secondaires à prises multiples 46
Figure 309 – Transformateur monophasé avec un enroulement de tension résiduelle 46
Figure 310 – Transformateur triphasé avec enroulement de tension résiduelle 46
Figure 311 – Exemple type de plaque signalétique 48
Figure 312 – Exemple de plaque signalétique avec données types 48
Figure 313 – Application de la tension d'essai en mode commun 54
Figure 314 – Application de la tension d'essai en mode différentiel (induite) – Excitation par le primaire 55
Figure 315 – Application de la tension d'essai en mode différentiel (induite) – Excitation par le secondaire 55

Tableau 301 – Limites de l'erreur de tension et du déphasage pour les transformateurs de tension pour mesures 40
Tableau 302 – Limites de l'erreur de tension et du déphasage des transformateurs de tension pour protection 41
Tableau 303 – Tensions assignées de l'enroulement secondaire de tension résiduelle 42
Tableau 304 – Valeurs normales du facteur de tension assigné 43
Tableau 10 – Liste des essais 49
Tableau 305 – Gammes de charges pour essais de précision 51

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS DE MESURE –

Partie 3: Exigences supplémentaires concernant les transformateurs inductifs de tension

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

Cette Norme Internationale CEI 61869-3 a été établie par le comité 38: Transformateurs de mesure.

La présente Norme remplace la CEI 60044-2 relatives aux transformateurs inductifs de tension.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
38/410/FDIS	38/413/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La présente norme constitue la Partie 3 de la CEI 61869, publiée sous le titre général *Transformateurs de mesure*.

La présente partie 3 doit être lue en conjonction avec la CEI 61869-1, *Exigences générales* - première édition (2007), sur laquelle elle est basée. Le lecteur est toutefois encouragé à utiliser son édition la plus récente.

Cette Partie 3 suit la structure de la CEI 61869-1 et complète ou modifie ses articles correspondants.

Lorsqu'un article/paragraphe particulier de la partie 1 n'est pas mentionné dans cette Partie 3, ce article/paragraphe s'applique. Lorsque la présente norme mentionne « addition », « modification » ou « remplacement », le texte correspondant de la partie 1 doit être adapté en conséquence.

Pour les articles, paragraphes, figures, tableaux, annexes ou notes supplémentaires, le système de numérotation suivant est utilisé:

– les articles, paragraphes, tableaux, figures et notes qui sont numérotés à partir de 301 s'ajoutent à ceux de la partie 1;
– les annexes supplémentaires sont indiquées par 3A, 3B, etc.

Une vue globale de l'ensemble planifié de normes à la date de publication du présent document est indiquée ci-dessous. La liste de normes à jour publiée par le TC 38 de la CEI est disponible sur le site Web: www.iec.ch

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

NORMES DE FAMILLES DE PRODUITS		NORME DE PRODUITS	PRODUITS	ANCIENNE NORME
61869-1 EXIGENCES GÉNÉRALES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS DE MESURE		**61869-2**	EXIGENCES SUPPLÉMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS DE COURANT	60044-1 60044-6
		61869-3	EXIGENCES SUPPLÉMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS INDUCTIFS DE TENSION	60044-2
		61869-4	EXIGENCES SUPPLÉMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS COMBINÉS	60044-3
		61869-5	EXIGENCES SUPPLÉMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS CONDENSATEURS DE TENSION	60044-5
	61869-6 EXIGENCES GÉNÉRALES ADDITIONNELLES POUR LES TRANSFORMATEURS DE MESURE ÉLECTRONIQUES ET POUR LES CAPTEURS BAS NIVEAUX	**61869-7**	EXIGENCES SUPPLÉMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS DE TENSION ÉLECTRONIQUES	60044-7
		61869-8	EXIGENCES SUPPLÉMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS DE COURANT ÉLECTRONIQUES	60044-8
		61869-9	INTERFACE NUMÉRIQUE POUR LES TRANSFORMATEURS DE MESURE	
		61869-10	EXIGENCES SUPPLÉMENTAIRES CONCERNANT LES CAPTEURS DE COURANT AUTONOMES DE FAIBLE PUISSANCE	
		61869-11	EXIGENCES SUPPLÉMENTAIRES CONCERNANT LES CAPTEURS DE TENSION AUTONOMES DE FAIBLE PUISSANCE	60044-7
		61869-12	EXIGENCES SUPPLÉMENTAIRES CONCERNANT LES TRANSFORMATEURS DE MESURE ÉLECTRONIQUES COMBINÉS OU LES CAPTEURS AUTONOMES COMBINÉS	
		61869-13	UNITÉ D'INTERFACE NUMÉRIQUE INDEPENDANTE	

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

TRANSFORMATEURS DE MESURE –

Partie 3: Exigences supplémentaires concernant les transformateurs inductifs de tension

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61869 est applicable aux transformateurs inductifs de tension neufs destinés à être utilisés avec des appareils de mesure électriques et des dispositifs électriques de protection, de fréquence comprise entre 15 Hz et 100 Hz.

NOTE 301 Bien que la présente norme ne comporte aucun article relatif aux exigences spécifiques aux transformateurs de tension triphasés, dans la mesure où elles sont appropriées, les exigences des articles 4 à 10 s'appliquent à ces transformateurs et quelques références les concernant sont incluses dans les articles correspondants (voir par exemple 3.1.303, 5.301.1, 5.301.2, 5.5.301, 6.13.301.1et Tableau 304).

Tous les transformateurs doivent convenir pour l'usage de mesure mais certains, en plus, peuvent convenir pour des usages de protection. Les transformateurs utilisés à la fois pour les mesures et pour la protection doivent être conformes à tous les articles de la présente norme.

2 Références normatives

L'Article 2 de la CEI 61869-1:2007 s'applique avec le complément suivant:

CEI 60028, *Spécification internationale d'un cuivre-type recuit*

CEI 60038, *Tensions normales de la CEI*

CEI 61869-1:2007, *Transformateurs de mesure – Partie 1: Exigences générales*

3 Termes, définitions et abbréviations

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions fournis dans la CEI 61869-1:2007 s'appliquent conjointement avec les ajouts suivants

3.1 Définitions générales

3.1.301
transformateur de tension
transformateur de mesure dans lequel la tension secondaire est, dans les conditions normales d'emploi, pratiquement proportionnelle à la tension primaire et déphasée par rapport à celle-ci d'un angle quasiment nul, pour un sens approprié des connexions

[CEI 60050-321:1986, 321-03-01]

3.1.302
transformateur de tension non mis à la terre
transformateur de tension dont toutes les parties de l'enroulement primaire, y compris les bornes, sont isolées par rapport à la terre à un niveau qui correspond à son niveau d'isolement assigné

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

3.1.303
transformateur de tension mis à la terre
transformateur de tension monophasé destiné à avoir l'une des extrémités de son enroulement primaire reliée directement à la terre ou transformateur de tension triphasé destiné à avoir le point neutre de son enroulement primaire relié directement à la terre

3.1.304
transformateur de tension pour mesure
transformateur de tension destiné à transmettre un signal d'information à des appareils de mesure, des compteurs et autres appareils analogues

[CEI 60050-321:1986, 321-03-04 modifiée]

3.1.305
transformateur de tension pour protection
transformateur de tension destiné à transmettre un signal d'information à des dispositifs de protection ou de commande

[CEI 60050-321:1986, 321-03-05]

3.1.306
enroulement primaire
enroulement auquel est appliquée la tension à transformer

3.1.307
enroulement secondaire
enroulement qui alimente les circuits de tension des appareils de mesure, des compteurs, des relais et circuits analogues

3.1.308
enroulement de tension résiduelle
enroulement d'un transformateur de tension monophasé destiné, pour un ensemble de trois transformateurs monophasés, à la constitution d'un triangle ouvert en vue:

a) de fournir une tension résiduelle en cas de défaut à la terre;

b) d'amortir les oscillations de relâchement (ferro-résonance).

3.2 Définitions liées aux caractéristiques diélectriques

3.2.301
tension primaire assignée
U_{pr}
valeur de la tension primaire qui figure dans la désignation du transformateur et d'après laquelle sont déterminées ses conditions de fonctionnement

[CEI 60050-321:1986, 321-01-12 modifiée]

3.2.302
tension secondaire assignée
U_{sr}
valeur de la tension secondaire qui figure dans la désignation du transformateur et d'après laquelle sont déterminées ses conditions de fonctionnement

[CEI 60050-321:1986, 321-01-16 modifiée]

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

3.2.303
facteur de tension assignée
F_v
facteur par lequel il faut multiplier la tension primaire assignée pour déterminer la tension maximale pour laquelle le transformateur doit répondre aux exigences d'échauffement correspondantes pendant un temps spécifié ainsi qu'aux exigences de précision correspondantes

3.4 Définitions liées à la précision

3.4.3

erreur de rapport
ε
La définition 3.4.3 de la CEI 61869-1:2007 s'applique avec le complément suivant:

L'erreur de rapport (erreur de tension), exprimée en pour-cent, est donnée par la formule:

$$\varepsilon = \frac{k_r \times U_S - U_P}{U_P} \times 100 \ [\%]$$

où

k_r est le rapport de transformation assigné;

U_p est la tension primaire réelle;

U_s est la tension secondaire réelle correspondant à la tension U_p dans les conditions de la mesure.

3.5 Définitions liées aux autres caractéristiques assignées

3.5.301
puissance thermique limite
valeur de la puissance apparente, référée à la tension assignée, que le transformateur peut fournir au circuit secondaire, quand la tension assignée est appliquée au primaire, sans excéder les limites pour l'échauffement

NOTE 301 Dans cette condition, les limites d'erreur de tension et de déphasage, pour tous les enroulements secondaires, pourraient être dépassées.

NOTE 302 En cas de plusieurs enroulements secondaires, la valeur de la puissance thermique limite doit être spécifiée pour chaque enroulement.

3.7 Index des abréviations

Le Paragraphe 3.7 de la CEI 61869-1 est remplacé par le suivant :

TdM	Transformateur de mesure
TC	Transformateur de courant
TCT	Transformateur condensateur de tension
TT	Transformateur de tension
AIS	Appareillage à isolation d'air
GIS	Appareillage à isolation gazeuse
k	rapport de transformation réel
k_r	rapport de transformation assigné
ε	erreur de rapport
$\Delta\varphi$	déphasage
S_r	puissance de précision assignée

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

U_{sys}	tension la plus élevée pour le réseau
U_m	tension la plus élevée pour le matériel
U_{Pr}	tension primaire assignée
U_{Sr}	tension secondaire assignée
F_V	facteur de tension assigné
f_R	fréquence assignée
F	charge mécanique
F_{rel}	taux de fuite relatif

5 Caractéristiques assignées

L'Article 5 de la CEI 61869-1 est applicable avec les modifications suivantes:

NOTE 301 A noter que d'autres valeurs de tension, pour être examiné conjointement avec le Paragraphe 5.2: Tension la plus élevée pour le matériel, sont donnés dans 5.501: Valeurs normales de la tension nominale. Dans la future révision de la CEI 61869 la disposition de la présente clause sera réorganisée.

5.3 Niveaux d'isolement assignés

5.3.1.301 Tension de tenue à fréquence industrielle de la borne mise à la terre

La tension de tenue assignée de courte durée à fréquence industrielle doit être de 3 kV (valeur efficace).

5.5 Puissance de sortie assignée

5.5.301 Valeurs de puissance de sortie assignée

Les valeurs normales de la puissance de sortie assignée, exprimées en voltampères, pour un facteur de puissance de 1 sont:

1,0 - 2,5 - 5,0 - 10 VA (Plage de charge I)

Les valeurs normales de la puissance de sortie assignée, exprimées en voltampères, pour un facteur de puissance de 0,8 (circuit inductif) sont:

10 – 25 – 50 - 100 VA (Plage de charge II)

La puissance de sortie assignée d'un transformateur triphasé doit être celle par phase.

NOTE 301 Pour un transformateur donné, pourvu qu'il ait une puissance de sortie assignée normale correspondant à une classe de précision normale, d'autres valeurs de puissances de sortie assignées qui pourraient ne pas être normales, mais correspondant à des classes de précision normales, peuvent également être indiquées.

5.5.302 Puissance thermique assignée limite

La puissance thermique assignée limite doit être spécifiée en voltampères; la valeur doit être de

25 – 50 - 100 VA et leurs multiples décimaux

référée à la tension assignée secondaire, pour un facteur de puissance égal à 1.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.5.303 Puissance de sortie pour enroulements de tension résiduelle

La puissance de sortie assignée de l'enroulement destiné à être relié en triangle ouvert avec des enroulements semblables pour produire une tension résiduelle doit être spécifiée en volt-ampères et la valeur doit être choisie parmi celles de 5.5.301.

5.5.304 Puissance thermique assignée limite pour enroulements de tension résiduelle

La puissance thermique assignée limite de l'enroulement de tension résiduelle doit être spécifiée en voltampères; la valeur doit être de

25 – 50 - 100 VA et leurs multiples décimaux,

référée à la tension assignée secondaire, pour un facteur de puissance égal à 1.

NOTE 301 Lorsqu'une puissance thermique limite est assignée à un enroulement de tension résiduelle connecté en triangle ouvert, il convient de noter que ces enroulements sont seulement chargés en conditions de défaut et par conséquent pendant une durée limitée. Faisant exception à la définition donnée en 3.5.301, il convient que la puissance thermique assignée de l'enroulement de tension résiduelle renvoie à une durée de 8 h.

5.6 Classe de précision assignée

5.6.301 Exigences pour la précision des transformateurs inductifs de tension monophasés pour mesures

5.6.301.1 Désignation de la classe de précision d'un transformateur de tension pour mesures

Pour les transformateurs de tension pour mesures, la classe de précision est caractérisée par un nombre (indice de classe) égal à la valeur la plus élevée admissible de l'erreur de tension, exprimée en pour-cent, pour la tension assignée primaire et la charge de précision.

5.6.301.2 Classes de précision normales pour les transformateurs de tension pour mesures

Les classes de précision normales pour les transformateurs inductifs de tension monophasés pour mesures sont:

0,1 – 0,2 – 0,5 – 1,0 – 3,0

NOTE 301 Un guide sur les classes de précision appropriées sera inclus dans une future annexe.

5.6.301.3 Limites de l'erreur de tension et du déphasage des transformateurs de tension pour mesures

L'erreur de tension et le déphasage à la fréquence assignée ne doivent pas dépasser les valeurs du Tableau 301 à toute tension comprise entre 80 % et 120 % de la tension assignée et pour toute charge comprise entre:

- 0 VA et 100 % de la charge de précision, sous un facteur de puissance de 1 (Plage de charge I)
- 25 % et 100 % de la charge de précision, sous un facteur de puissance de 0,8 inductif (Plage de charge II).

Les erreurs doivent être déterminées aux bornes du transformateur et elles doivent comprendre les effets des coupe-circuit ou des résistances faisant éventuellement partie du transformateur.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Pour les transformateurs multi-rapports avec prises sur l'enroulement secondaire, les exigences de précision font référence au rapport de transformation le plus élevé sauf spécification contraire.

Tableau 301 – Limites de l'erreur de tension et du déphasage pour les transformateurs de tension pour mesures

Classe	Erreur de tension (rapport) ε_u ±%	Déphasage $\Delta\varphi$	
		±Minutes	±Centiradians
0,1	0,1	5	0,15
0,2	0,2	10	0,3
0,5	0,5	20	0,6
1,0	1,0	40	1,2
3,0	3,0	Non spécifié	Non spécifié

NOTE Lorsque les transformateurs possèdent deux enroulements secondaires séparés, il faut permettre l'interdépendance mutuelle. Il est nécessaire de spécifier une gamme de puissance pour chaque enroulement en essai et il convient que chacun satisfasse aux exigences de précision dans cette gamme avec les enroulements non soumis aux essais à toute charge comprise entre zéro et la valeur assignée.

Si aucune spécification des gammes de puissance n'est donnée, celles-ci sont réputées être de 25 % à 100 % de la puissance assignée pour chaque enroulement.

Si l'un des enroulements n'est chargé qu'occasionnellement, pendant de courtes durées, ou s'il est utilisé pour créer une tension résiduelle, son effet sur les autres enroulements peut être négligé.

5.6.302 Exigences complémentaires pour les transformateurs inductifs de tension monophasés pour protection

5.6.302.1 Désignation de la classe de précision d'un transformateur de tension pour protection

Tous les transformateurs de tension pour protection doivent également être d'une classe de précision de mesure définie conformément à 5.6.301.1 et 5.6.301.2. Cette exigence ne s'étend toutefois pas aux enroulements destinés à fournir une tension résiduelle. En plus, ils doivent être d'une des classes de précision prescrites en 5.6.302.2.

Cette classe particulière de précision d'un transformateur de tension pour protection est désignée par l'erreur maximale de tension, exprimée en pour cent, admissible entre 5 % de la tension assignée et la valeur de la tension correspondant au facteur de tension assigné (voir 5.302). Cette expression est suivie de la lettre P.

5.6.302.2 Classes de précision normales pour les transformateurs de tension pour protection

Les classes de précision normales des transformateurs de tension pour protection sont 3P et 6P, et les mêmes limites d'erreur de tension et de déphasage sont normalement applicables aussi bien à 5 % de la tension assignée qu'à la tension correspondant au facteur de tension assigné. A 2 % de la tension assignée, les limites d'erreur sont portées au double de celles valables à 5 % de la tension assignée.

5.6.302.3 Limites de l'erreur de tension et du déphasage des transformateurs de tension pour protection

L'erreur de tension et le déphasage à la fréquence assignée ne doivent pas dépasser les valeurs du Tableau 302 à 5 % de la valeur assignée de tension et au produit de la valeur assignée par le facteur de tension assigné (1,2, 1,5 ou 1,9) et pour toute charge comprise entre:

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

- 0% et 100% de la charge de précision, sous un facteur de puissance de 1 (Plage de charge I)
- 25 % et 100 % de la charge de précision, sous un facteur de puissance de 0,8 inductif (Plage de charge II).

A 2 % de la tension assignée, les limites de l'erreur de tension et du déphasage seront le double de celles indiquées au Tableau 302.

Tableau 302 – Limites de l'erreur de tension et du déphasage des transformateurs de tension pour protection

Classe	Erreur de tension (de rapport) ε_u ±%	Déphasage $\Delta\varphi$	
		±Minutes	±Centiradians
3P 6P	3,0 6,0	120 240	3,5 7,0
NOTE Lors de la commande de transformateurs ayant deux enroulements secondaires distincts et en raison de leur interdépendance, il convient que l'utilisateur spécifie deux gammes de puissance, une pour chaque enroulement, la limite supérieure de chacune de ces gammes de puissance correspondant à une valeur assignée normalisée de la puissance. Il convient que chacun des enroulements satisfasse à ses propres exigences de précision dans toute sa gamme de puissance, lorsqu'au même moment l'autre enroulement fournit une puissance de toute valeur comprise entre zéro et la limite supérieure de sa gamme de puissance. Pour vérifier la conformité à cette exigence, il suffit de faire les essais aux valeurs extrêmes seulement. Si aucune spécification des gammes de puissance n'est donnée, celles-ci sont réputées être de 25 % à 100 % de la puissance assignée pour chaque enroulement.			

5.6.302.4 Classe de précision pour enroulements de tension résiduelle

La classe de précision de l'enroulement de tension résiduelle doit être 6P ou meilleur, comme défini en à 5.6.302.1 et 5.6.302.2.

NOTE 301 Si un enroulement de tension résiduelle est employé pour une tâche particulière, une autre classe de précision normale peut être choisie par accord entre constructeur et acheteur, conformément à 5.6.301.1, 5.6.301.2, 5.6.302.1 et 5.6.302.2 .

NOTE 302 Si un enroulement de tension résiduelle est employé seulement comme un amortisseur, l'exigence d'une classe de précision n'est pas obligatoire.

5.301 Valeurs normales des tensions assignées

5.301.1 Tension primaire assignée

Les valeurs normales de la tension primaire assignée des transformateurs triphasés et des transformateurs monophasés pour utilisation sur un réseau monophasé, ou entre phases sur un réseau triphasé, doivent être choisies parmi les valeurs des tensions assignées de réseaux désignées comme étant des valeurs usuelles de la CEI 60038. Les valeurs normales de la tension primaire assignée des transformateurs monophasés utilisés entre une phase d'un réseau triphasé et la terre ou entre un point neutre du réseau et la terre sont $1/\sqrt{3}$ fois les valeurs des tensions assignées de réseaux.

NOTE 301 Le fonctionnement d'un transformateur de tension utilisé en transformateur de mesure ou en transformateur de protection est basé sur la tension primaire assignée, tandis que le niveau d'isolement assigné est basé sur l'une des tensions les plus élevées pour le matériel de la CEI 60038.

5.301.2 Tension secondaire assignée

La tension secondaire assignée doit être choisie selon la pratique à l'endroit où le transformateur doit être utilisé. Les valeurs indiquées ci-dessous sont considérées comme des valeurs normales pour les transformateurs monophasés utilisés sur des réseaux monophasés ou montés entre phases de réseaux triphasés:

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

a) Basée sur la pratique courante d'un groupe de pays européens:
   – 100 V et 110 V;
   – 200 V pour les circuits secondaires étendus.
b) Basée sur la pratique courante aux Etats-Unis et au Canada:
   – 120 V pour les réseaux de distribution;
   – 115 V pour les réseaux de transport;
   – 230 V pour les circuits secondaires étendus.

Pour les transformateurs monophasés destinés à être montés en phase et terre dans les réseaux triphasés, pour lesquels la tension primaire assignée est un nombre divisé par √3, la tension secondaire assignée doit être l'une des valeurs mentionnées ci-dessus, divisée par √3 de manière à conserver la valeur du rapport de transformation assigné.

NOTE 301 La tension secondaire assignée des enroulements destinés à produire la tension secondaire résiduelle est donnée en 5.301.3.

5.301.3 Tensions assignées pour enroulements de tension résiduelle

Les tensions secondaires assignées de l'enroulement destiné à être relié en triangle ouvert avec des enroulements semblables pour fournir une tension résiduelle sont données au Tableau 303.

Tableau 303 – Tensions assignées de l'enroulement secondaire de tension résiduelle

Valeurs préférentielles V		**Autres valeurs (non préférentielles)** V
100	110	200
$\frac{100}{\sqrt{3}}$	$\frac{110}{\sqrt{3}}$	$\frac{200}{\sqrt{3}}$
$\frac{100}{3}$	$\frac{110}{3}$	$\frac{200}{3}$
NOTE Lorsque les conditions sont telles que les valeurs préférentielles des tensions secondaires assignées conduiraient à une tension résiduelle trop faible, les valeurs non préférentielles peuvent être utilisées mais l'attention est attirée sur la nécessité de prendre des précautions concernant la sécurité.		

5.302 Valeurs normales du facteur de tension assigné

Le facteur de tension est déterminé par la tension maximale de fonctionnement, laquelle dépend à son tour du réseau et des conditions de mise à la terre de l'enroulement primaire du transformateur.

Les valeurs normales du facteur de tension assigné approprié aux différentes conditions de mise à la terre du réseau sont données dans le Tableau 304, de même que la durée admissible de l'application de la tension maximale de fonctionnement (c'est-à-dire durée assignée).

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau 304 – Valeurs normales du facteur de tension assigné

Facteur de tension assigné	Durée assignée	Mode de connexion de l'enroulement primaire et conditions de mise à la terre du réseau
1,2	Continue	Entre phases d'un réseau quelconque Entre point neutre de transformateurs en étoile et terre dans un réseau quelconque
1,2	Continue	Entre phase et terre dans un réseau à neutre effectivement à la terre (CEI 61869-1:2007, 3.3.7a)
1,5	30 s	
1,2	Continue	Entre phase et terre dans un réseau à neutre non effectivement à la terre (CEI 61869-1:2007, 3.3.7b) avec élimination automatique du défaut à la terre
1,9	30 s	
1,2	Continue	Entre phase et terre dans un réseau à neutre isolé (CEI 61869-1:2007, 3.3.4) sans élimination automatique du défaut à la terre, ou dans un réseau compensé par bobine d'extinction (CEI 61869-1:2007, 3.3.5) sans élimination automatique du défaut à la terre
1,9	8 h	

NOTE 1 La tension la plus élevée en fonctionnement permanent pour un transformateur inductif de tension est égale à la plus faible des deux valeurs: soit la tension la plus élevée pour le matériel (divisé par $\sqrt{3}$ pour les transformateurs connectés entre une phase d'un réseau triphasé et la terre), soit la tension primaire assignée multipliée par le facteur 1,2.

NOTE 2 Des durées assignées réduites sont admissibles par accord entre le constructeur et l'acheteur.

6 Conception et construction

6.4 Exigences relatives à l'élévation de température des parties et des composants

6.4.1 Généralités

La CEI 61869-1:2007. 6.4.1 s'applique, avec le complément suivant:

Sauf spécification contraire, l'élévation de température d'un transformateur de tension à la tension spécifiée, à la fréquence assignée, pour la charge assignée, ou la plus grande des charges assignée lorsque le transformateur en comporte plusieurs, pour un facteur de puissance compris entre 0,8 (circuit inductif) et l'unité, ne doit pas dépasser la valeur appropriée donnée au Tableau 5 de la CEI 61869-1:2007.

Si le transformateur est muni d'un conservateur d'huile ou si l'huile est surmontée d'un gaz inerte ou si la cuve est scellée hermétiquement, l'échauffement de l'huile, mesuré à la partie supérieure de la cuve ou de l'enveloppe, ne doit pas dépasser 55 K.

Si le transformateur ne possède pas de telles dispositions, l'échauffement de l'huile, mesuré à la partie supérieure de la cuve ou de l'enveloppe, ne doit pas dépasser 50 K.

L'élévation de la température, mesurée sur la surface externe du circuit magnétique et des autres parties métalliques en contact avec les enroulements ou des isolants, ou à leur voisinage immédiat, ne doit pas dépasser la valeur appropriée du Tableau 5 de la CEI 61869-1:2007.

6.13 Marquages

6.13.301 Marquages des bornes

6.13.301.1 Règles générales

Ce marquage s'applique aux transformateurs de tension monophasés, ainsi qu'aux ensembles de transformateurs de tension monophasés assemblés en un seul élément et reliés en

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

transformateurs de tension triphasés, ou aux transformateurs de tension triphasés qui ont un circuit magnétique commun pour les trois phases.

6.13.301.2 Méthode de marquage

Les lettres majuscules A, B, C et N désignent les bornes d'enroulement primaire et les lettres minuscules a, b, c et n désignent les bornes d'enroulement secondaire correspondantes.

Les lettres A, B et C désignent les bornes totalement isolées et la lettre N désigne la borne destinée à être mise à la terre et dont l'isolement est inférieur à celui de la ou des autres bornes.

Les lettres da et dn désignent les bornes des enroulements destinés à fournir une tension résiduelle.

6.13.301.3 Marquages à utiliser

Les marques doivent être conformes aux Figures 301 à 310 selon ce qui est approprié.

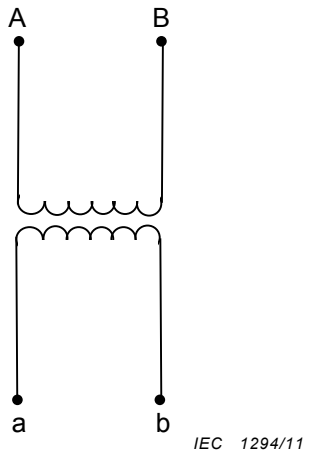


Figure 301 – Transformateur monophasé avec bornes primaires totalement isolées et un seul circuit secondaire

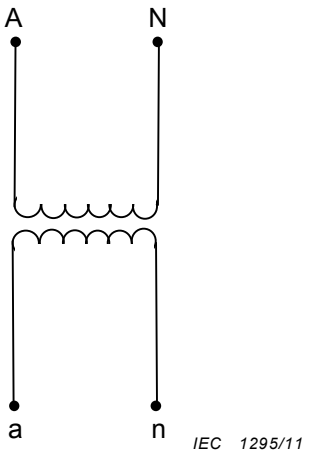


Figure 302 – Transformateur monophasé avec une borne primaire neutre à isolement réduit et un seul circuit secondaire

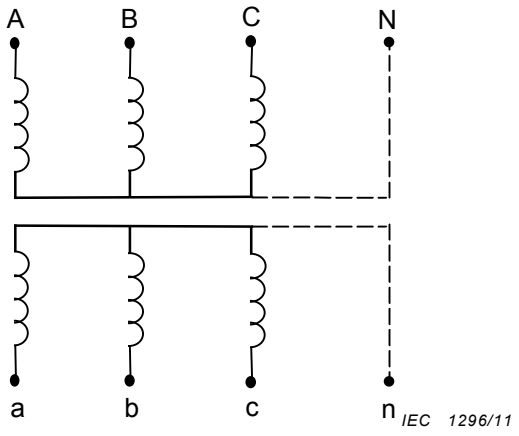


Figure 303 – Ensemble triphasé avec un seul circuit secondaire

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

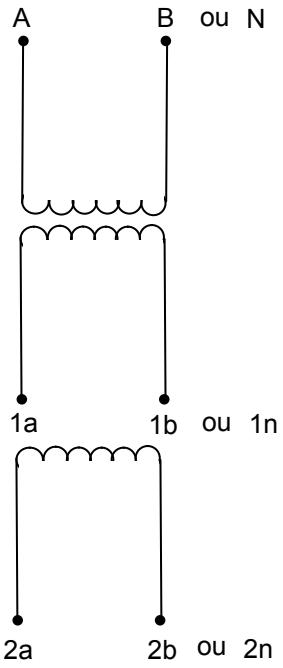


Figure 304 – Transformateur monophasé avec deux circuits secondaires

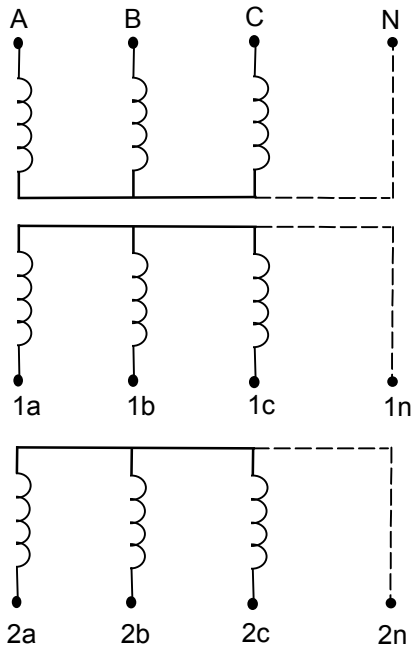


Figure 305 – Ensemble triphasé avec deux circuits secondaires

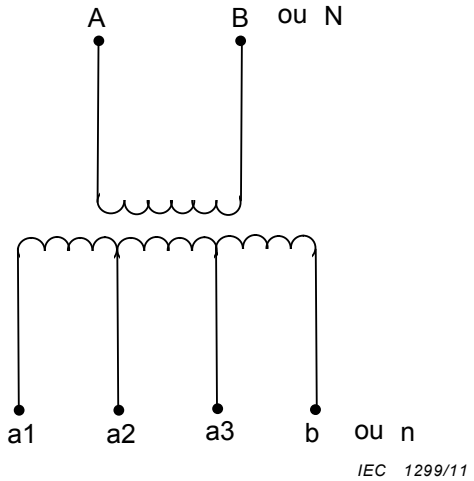


Figure 306 – Transformateur monophasé avec un circuit secondaire à prises multiples

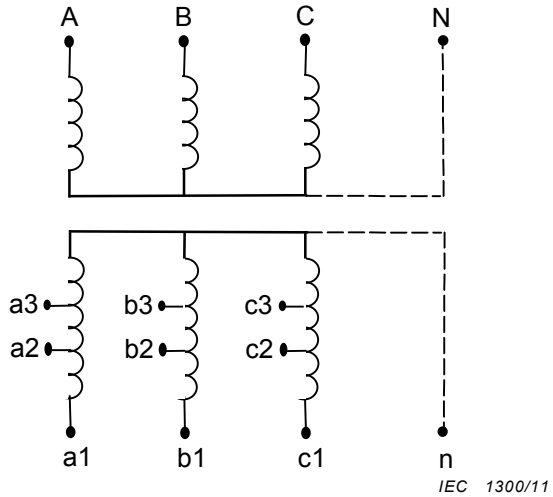


Figure 307 – Ensemble triphasé avec un circuit secondaire à prises multiples

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

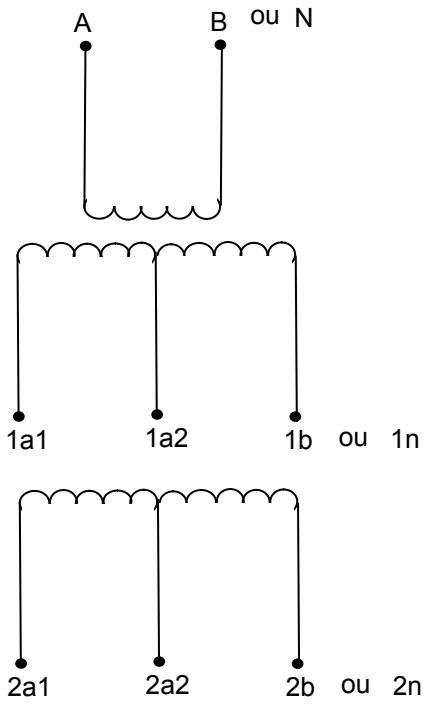


Figure 308 – Transformateur monophasé avec deux circuits secondaires à prises multiples

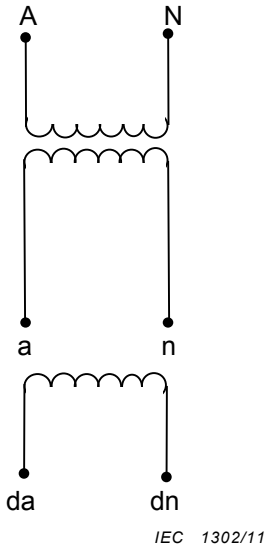


Figure 309 – Transformateur monophasé avec un enroulement de tension résiduelle

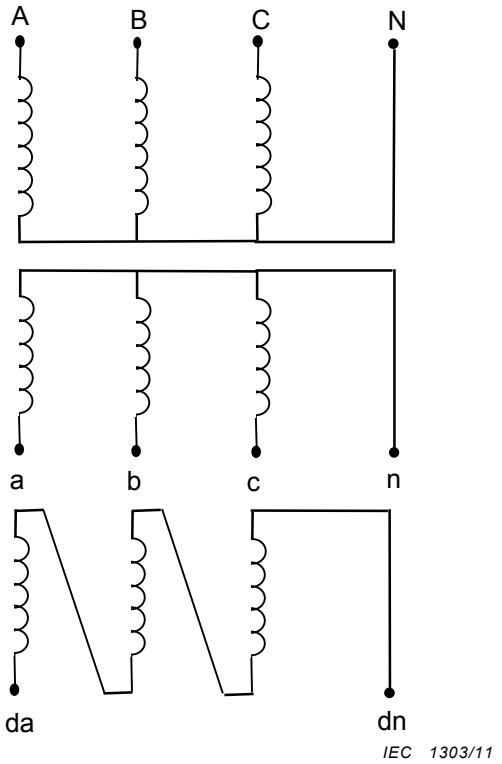


Figure 310 – Transformateur triphasé avec enroulement de tension résiduelle

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

6.13.301.4 Indication des polarités relatives

Les bornes dont les lettres majuscules et minuscules se correspondent doivent avoir la même polarité à un instant donné.

6.13.302 Marquage de la plaque signalétique

6.13.302.1 Généralités

En plus des marquages stipulés par la CEI 61869-1, en 6.13, tous les transformateurs de tension doivent porter les marquages suivants:

a) les tensions assignées primaire et secondaire (par exemple 66/0,11 kV);

b) la puissance de sortie assignée et la classe de précision correspondante (par exemple 50 VA, classe 1,0);

NOTE 301 Lorsqu'il existe deux enroulements secondaires séparés, il convient que les indications comportent la gamme de puissances de sortie de chaque enroulement secondaire en VA, ainsi que la classe de précision correspondante et la tension assignée de chaque enroulement.

De plus, il convient que les indications suivantes soient marquées:

c) le facteur de tension assigné et la durée assignée correspondante.

NOTE 302 Pour les transformateurs de tension à isolation gazeuse, la tension la plus élevée doit être indiquée sur la plaque signalétique comme tension assignée du matériel.

Pour les transformateurs de tension ayant une charge de précision n’excédant pas 10 VA et une charge étendue jusqu’à 0 VA, ce marquage doit être indiqué immédiatement avant l'indication de la charge (par exemple, 0 VA -10 VA classe 0,2).

NOTE 303 La plaque signalétique peut comporter des indications concernant plusieurs combinaisons de puissances de sortie et de classes de précision auxquelles le transformateur est capable de satisfaire.

Un exemple de plaque signalétique type est donné à la Figure 311, avec une plaque indiquant des données types à la Figure 312.

6.13.302.2 Marquage de la plaque signalétique d'un transformateur de tension pour mesure

La plaque signalétique doit porter les indications appropriées conformément à 6.13.302.

La classe de précision doit être indiquée à la suite de l'indication de la puissance de sortie assignée correspondante (par exemple 100 VA, classe 0,5).

6.13.302.3 Marquage de la plaque signalétique d'un transformateur de tension pour protection

La plaque signalétique doit porter les indications appropriées conformément à 6.13.302. Dans le cas de petits transformateurs de tension avec espace limité, il peut être nécessaire de limiter les données et/ou de les répartir sur des étiquettes séparées.

La classe de précision doit être marquée à la suite de l'indication de la puissance assignée correspondante.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

NOM DU CONSTRUCTEUR		TYPE DE TRANSFORMATEUR DE TENSION **TYPE** ___		
ANNEE _____		SERIE _____	MASSE _____ kg	
A – N ____/√3 kV		1a – 1n _____ V	2a – 2n _____ V	da – dn _____ V
		VA _____	VA _____	VA _____
		Classe _____	Classe _____	Classe _____
Fréquence _____Hz		Um _____ kV	LI/SI/AC ___ kV/ ____kV / _____kV __sec	
Mec.	___kN	Temp. -___/+___°C	F_v ___ pour ____	Classe Ins. _____

Marquages supplémentaires si exigé

Fluide de remplissage _____	Pression de remplissage __kPa	Pression Min __kPa	Volume du fluide __ litres

IEC 1304/11

Figure 311 – Exemple type de plaque signalétique

NOM DU CONSTRUCTEUR		**TYPE DE TRANSFORMATEUR DE TENSION** Désignation de type		
ANNEE 2007		SERIE Comme exigé	MASSE 500 kg	
A – N 220/√3 kV		1a – 1n 63.5 V	2a – 2n - V	da – dn 110 V
		VA 25/50*	VA -	VA 25
		Classe 0.5/3P	Classe -	Classe 6P
Fréquence 50 Hz		Um 245 kV	LI/SI/AC 1050 kV / --- kV / 460 kV 60sec	
Méc.	1,25 kN	Temp. - 25/+ 40 °C	F_v 1.5 for 30 s	Classe ins A
Fluide de remplissage Type	huile (Qualité)	Pression de remplissage 120 kPa	Pression Min. 100 kPa	Volume du fluide 300 litres
NOTE* Charge thermique limite 100 VA		**Unité étanche – Ne pas altérer**		

IEC 1305/11

Figure 312 – Exemple de plaque signalétique avec données types

(Dans le cas exposé: unité de 220 kV avec deux enroulements secondaires)

6.301 Tenue au court-circuit

Le transformateur de tension doit être conçu et réalisé de manière à supporter sans dommage, quand il est alimenté sous sa tension assignée, les effets mécaniques et thermiques d'un court-circuit externe pendant 1 s.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

7 Essais

7.1 Généralités

7.1.2 Liste des essais

Remplacer le Tableau 10 de la CEI 61869-1: 2007 par le suivant:

Tableau 10 – Liste des essais

Essais	Article/Paragraphe
Essais de type	**7.2**
Essai d'échauffement	7.2.2
Essai aux chocs de foudre sur les bornes primaires	7.2.3
Essai sous pluie pour les transformateurs du type extérieur	7.2.4
Essai de compatibilité électromagnétique (CEM)	7.2.5
Essais concernant la précision	7.2.6
Vérification du degré de protection fourni par les enveloppes	7.2.7
Essai d'étanchéité de l'enveloppe à la température ambiante	7.2.8
Essai de pression de l'enveloppe	7.2.9
Essai de tenue au court-circuit	7.2.301
Essais individuels de série	**7.3**
Essais de tenue de tension à fréquence industrielle sur les bornes primaires	7.3.1
Mesure des décharges partielles	7.3.2
Essais de tenue à fréquence industrielle entre sections	7.3.3
Essais de tenue de tension à fréquence industrielle sur les bornes secondaires	7.3.4
Essais concernant la précision	7.3.5
Vérification des marquages	7.3.6
Essai d'étanchéité de l'enveloppe à la température ambiante	7.3.7
Essai de pression de l'enveloppe	7.3.8
Essais spéciaux	**7.4**
Essai de tenue à l'onde coupée sur les bornes primaires	7.4.1
Essai aux chocs coupés multiples sur les bornes primaires	7.4.2
Mesure de la capacité et du facteur de dissipation diélectrique	7.4.3
Mesure des surtensions transmises	7.4.4
Essais mécaniques	7.4.5
Essai de défaut d'arc interne	7.4.6
Essai d'étanchéité de l'enveloppe à basse et haute température	7.4.7
Essai de mesure du point de rosée du gaz	7.4.8
Essai de corrosion	7.4.9
Essai relatif aux risques du feu	7.4.10
Essais sur prélèvements	**7.5**

7.2 Essais de type

7.2.2 Essai d'échauffement

La CEI 61869-1:2007. 7.2.2 s'applique avec le complément suivant:

Lorsqu'il existe plus d'un enroulement secondaire, l'essai doit être fait avec la charge assignée appropriée reliée à chaque enroulement secondaire, sauf accord différent entre le constructeur et l'acheteur. L'enroulement de tension résiduelle doit être chargé conformément à 6.4.1.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Pour les transformateurs de tension dans les appareillages sous enveloppe métallique à isolation gazeuse triphasés, les trois phases doivent subir l'essai en même temps.

Le transformateur de tension doit être monté d'une manière représentative du montage en service. Toutefois, comme la position du transformateur de tension peut être différente d'un appareillage à l'autre, le constructeur doit décider de la configuration du montage d'essai.

La tension à appliquer au transformateur doit être celle indiquée à l'alinéa correspondant aux points a), b) ou c) ci-après:

a) Tous les transformateurs de tension, quels que soit leur facteur de tension et leur durée assignée doivent être essayés à 1,2 fois la tension primaire assignée.

   Si une valeur de puissance thermique limite est spécifiée, le transformateur doit être soumis à un essai à la tension primaire assignée, avec une charge correspondant à la puissance thermique limite absorbée à un facteur de puissance égal à 1. L'enroulement de tension résiduelle, lorsqu'il existe, ne doit pas être chargé.

   Si une puissance thermique limite est spécifiée pour un ou plusieurs enroulements secondaires, le transformateur doit être essayé séparément en connectant chacun de ces enroulements, un à la fois, à une charge correspondant à sa puissance thermique limite avec un facteur de puissance de 1.

   L'essai doit être continué jusqu'à ce que la température du transformateur atteigne un état stable.

b) Les transformateurs ayant un facteur de tension de 1,5 pendant 30 s ou de 1,9 pendant 30 s doivent être essayés à leur facteur de tension respectif pendant 30 s comptées après avoir atteint la stabilité à 1,2 fois la tension assignée. L'élévation de la température ne doit pas alors dépasser de plus de 10 K la valeur spécifiée au Tableau 5 de la CEI 61869-1:2007.

   NOTE 301 Il est peu vraisemblable que la relative courte durée de 30 s de la surtension produise une élévation de température mesurable après la mesure à la tension assignée. Par conséquent, tout effet dommageable dû à la surtension affectant le transformateur peut mieux être évalué indirectement à partir des anomalies observées au cours des essais diélectriques de type.

c) Les transformateurs ayant un facteur de tension de 1,9 pendant 8 h doivent être essayés à 1,9 fois la tension assignée pendant 8 h après que le transformateur a atteint la stabilité à 1,2 fois la tension assignée. L'élévation de la température ne doit pas alors dépasser de plus de 10 K les valeurs spécifiées au Tableau 5 de la CEI 61869-1:2007.

Si un des enroulements secondaires est destiné à fournir une tension résiduelle, le transformateur doit subir un essai effectué selon les exigences de item a), à 1,2 fois la tension primaire assignée, et suivi directement par l'essai selon les exigences de item c).

Pendant l'essai de pré conditionnement à 1,2 fois la tension primaire assignée, l'enroulement de tension résiduelle ne doit pas être chargé. Pendant l'essai, pendant 8 h à 1,9 fois la tension primaire assignée, l'enroulement de tension résiduelle doit être chargé avec sa puissance thermique assignée limite (voir 5.5.304), tandis que les autres enroulements sont chargés avec leurs charges assignées.

NOTE 302 La mesure de la tension doit être effectuée du côté de l'enroulement primaire, car la tension secondaire effective peut être appréciablement moindre que la tension secondaire assignée multipliée par le facteur de tension.

7.2.3 Essai de tenue à la tension de choc sur les bornes primaires

7.2.3.1 Généralités

La CEI 61869-1:2007, 7.2.3.1 s'applique avec le complément suivant:

La tension d'essai doit être appliquée entre chaque borne de ligne de l'enroulement primaire et la terre. La borne de terre de l'enroulement primaire ou la borne de ligne non essayée dans le cas d'un transformateur de tension non mis à la terre, au moins une borne de chaque

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

enroulement secondaire, le châssis, la cuve (s'il y a lieu) et le noyau (s'il est prévu de le mettre à la terre) doivent être reliés à la terre pendant l'essai.

NOTE 301 Les connexions à la terre peuvent être faites par l'intermédiaire de dispositifs d'enregistrement adaptés.

Pour les transformateurs de tension triphasés pour les sous-stations isolées à l'air, toutes les phases doivent subir les essais l'une après l'autre. Pendant qu'une des phases est soumise à l'essai, toutes les autres doivent être mises à la terre.

En ce qui concerne les critères d'acceptation des transformateurs de tension à isolation gazeuse sous enveloppe métallique, voir la CEI 62271-203:2003, 6.2.4.

7.2.3.2 Essai de tension de choc de foudre sur les bornes primaires

7.2.3.2.1 Transformateurs de mesure avec une valeur $U_m < 300$ kV

La CEI 61869-1:2007, 7.2.3.2.1 s'applique avec le complément suivant:

Dans le cas des transformateurs de tension non mis à la terre, environ la moitié du nombre de chocs doit être appliquée successivement à chaque borne de ligne, l'autre borne de ligne étant reliée à la terre.

7.2.3.3 Essai de tension de choc de manœuvre

7.2.3.3.1 Généralités

La CEI 61869-1:2007, 7.2.3.3.1 s'applique avec le complément suivant:

NOTE 301 Pour s'affranchir de l'effet de la saturation du noyau, la modification des conditions magnétiques du noyau est autorisée entre les chocs successifs, à l'aide d'une procédure appropriée.

7.2.5 Essais de Compatibilité électromagnétique (CEM)

7.2.5.2 Essai d'immunité

Non applicable.

7.2.6 Essai concernant la précision

7.2.6.301 Essais de type concernant la précision des transformateurs de tension pour mesure

Pour vérifier la conformité à 5.6.30.2, des essais de type doivent être faits à 80 %, 100 % et 120 % de la tension assignée, à la fréquence assignée et avec des valeurs de puissance de sortie conformes au Tableau 305 à un facteur de puissance de 1 (plage I) ou de 0,8 inductif (plage II).

Tableau 305 – Gammes de charges pour essais de précision

Gamme de charge	Valeurs préférentielles de la puissance de sortie assignée VA	Valeurs d'essai de la puissance de sortie % (de l' assignée)
I	1,0 - 2,5 – 5 - 10	0 et 100
II	10 – 25 – 50 - 100	25 et 100

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

7.2.6.302 Essais de type concernant la précision des transformateurs de tension pour protection

Pour vérifier la conformité à 5.6.302.3, des essais de type doivent être faits à 2 %, 5 % et 100 % de la tension assignée et au produit de la tension assignée par le facteur de tension assigné (1,2, 1,5 ou 1,9), et avec des valeurs de puissance de sortie conformes au Tableau 305 à un facteur de puissance de 1 (plage I) ou de 0,8 inductif (plage II).

Si le transformateur a plusieurs enroulements secondaires, les enroulements doivent être chargés selon les indications de la note du Tableau 302.

L'enroulement de tension résiduelle n'est pas chargé pendant les essais effectués avec une tension jusqu'à 100 % de la tension assignée et chargé avec sa charge assignée pendant l'essai effectué avec une tension égale à la tension assignée multipliée par le facteur de tension assigné.

7.2.301 Essai de tenue au court-circuit

Cet essai doit être effectué pour apporter la preuve de la conformité à 6.301.

Pour cet essai, la température initiale du transformateur doit être comprise entre 10 °C et 30 °C.

Le transformateur de tension doit être alimenté par le primaire et le court-circuit provoqué aux bornes du secondaire.

Un seul court-circuit doit être provoqué pendant une durée de 1 s.

NOTE 301 Cette exigence s'applique également lorsque des fusibles font partie intégrante du transformateur.

Pendant le court-circuit, la valeur efficace de la tension appliquée aux bornes du transformateur ne doit pas être inférieure à la tension assignée.

Si le transformateur comporte plusieurs enroulements secondaires, plusieurs sections d'enroulement secondaire ou un enroulement secondaire à prises, les connexions pour l'essai doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

NOTE 302 Pour les transformateurs du type inductif, l'essai peut être effectué en excitant l'enroulement secondaire et en établissant le court-circuit entre les bornes primaires.

On doit estimer que le transformateur a satisfait à l'essai si, après refroidissement à la température ambiante, il répond aux exigences suivantes:

a) il n'est pas endommagé de façon visible;
b) ses erreurs ne diffèrent pas des valeurs consignées avant l'essai de plus de la moitié des valeurs limites d'erreur correspondant à sa classe de précision;
c) il supporte les essais diélectriques spécifiés en 7.3.1, 7.3.2, 7.3.3 et 7.3.4, mais sous une tension d'essai réduite à 90 % des valeurs indiquées;
d) à l'examen, l'isolation à proximité de la surface des enroulements primaire et secondaire ne présente pas de détérioration significative (carbonisation, par exemple).

L'examen d) n'est pas exigé si la densité de courant de l'enroulement ne dépasse pas 180 A/mm^2 pour un enroulement réalisé en cuivre de conductivité supérieure ou égale à 97 % de la valeur donnée dans la CEI 60028. La densité de courant se calcule sur la base de la valeur efficace mesurée du courant de court-circuit symétrique de l'enroulement secondaire (divisée par le rapport de transformation dans le cas de l'enroulement primaire).

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

7.3 Essais individuels de série

7.3.1 Essais de tenue de tension à la fréquence industrielle sur les bornes primaires

Remplacer la CEI 61869-1:2007, 7.3.1 par le suivant:

7.3.1.301 Généralités

L'essai de tenue à fréquence industrielle doit être effectué conformément à la CEI 60060-1.

Les transformateurs de tension inductifs doivent être soumis aux essais suivants:

a) Essai de tenue à une tension appliquée de mode commun
b) Essai de tenue à une tension differentielle (induite)

L'essai est considéré comme satisfaisant si aucune chute de la tension d'essai n'apparaît.

Il convient que des essais répétés à la fréquence industrielle sur les bornes primaires soient conduits à 80 % de la tension d'essai spécifiée.

7.3.1.302 Essai de tenue à une tension appliquée de mode commun

7.3.1.302.1 Généralités

Dans le cas des essais de tenue à une tension appliquée, la durée doit être de 60 s.

La tension d'essai doit être appliquée entre la terre et toutes les bornes de l'enroulement primaire connectées entre elles. Le châssis, la cuve (s'il y a lieu), le noyau (s'il y a une borne spéciale de mise à la terre) et toutes les bornes d'enroulement secondaire doivent être reliés ensemble et à la terre.

Voir aussi Figure 313.

7.3.1.302.2 Transformateurs de tension non mis à la terre

Les tensions d'essai pour les enroulements avec une valeur U_m <300 kV doivent avoir les valeurs appropriées indiquées par le Tableau 2 de la CEI 61869-1:2007 en fonction de la tension la plus élevée pour le matériel.

7.3.1.302.3 Transformateurs de tension mis à la terre

La tension d'essai doit avoir la valeur appropriée indiquée en 5.3.1.301

7.3.1.303 Essai de tenue à une tension différentielle (induite)

7.3.1.303.1 Généralités

Dans le cas des essais de tenue à une tension différentielle (induite), la fréquence de la tension d'essai peut être augmentée au-dessus de la valeur assignée afin d'éviter la saturation du noyau. La durée de l'essai doit être de 60 s. Toutefois, si la fréquence d'essai dépasse deux fois la fréquence assignée, la durée de l'essai peut être inférieure à 60 s comme suit:

$$\text{durée de l'essai (en s)} = \frac{\text{(double fréquence assignée)}}{\text{fréquence d'essai}} \times 60$$

avec un minimum de 15 s.

La tension d'essai doit être appliquée entre les bornes primaires.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Au choix du constructeur, l'essai doit être fait en excitant l'enroulement secondaire par une tension d'amplitude suffisante pour induire dans l'enroulement primaire la tension d'essai spécifiée, ou en excitant directement l'enroulement primaire à la tension d'essai spécifiée.

La tension d'essai doit être mesurée du côté haute tension dans chacun des cas. Le châssis, la cuve (s'il y a lieu), le noyau (s'il est destiné à être mis à la terre), une borne de chaque enroulement secondaire et l'autre borne de l'enroulement primaire doivent être reliés ensemble et à la terre.

Voir aussi Figures 314 et 315.

Les tensions d'essai pour les enroulements avec une valeur U_m <300 kV doivent avoir les valeurs appropriées indiquées par le Tableau 2 de la CEI 61869-1:2007 en fonction de la tension la plus élevée pour le matériel.

Lorsqu'il y a une différence importante entre la tension la plus élevée pour le matériel (U_m) spécifiée et la tension primaire assignée spécifiée, la tension induite doit être limitée à cinq fois la tension primaire assignée.

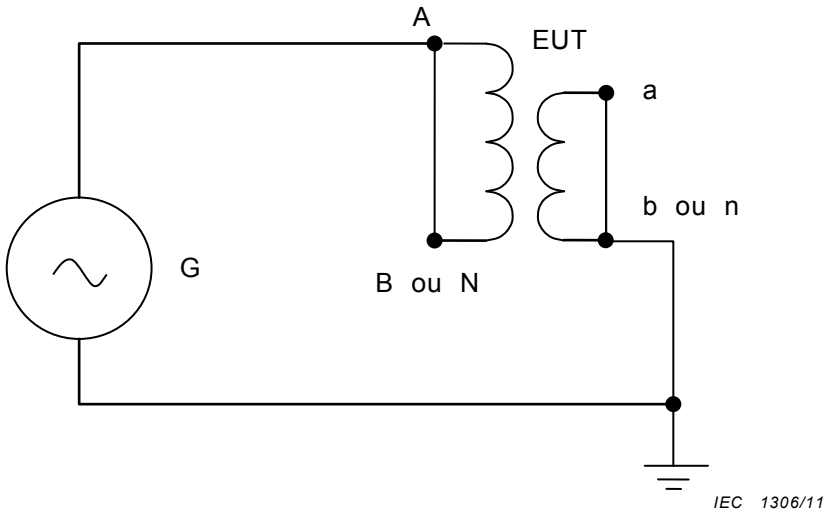
La tension d'essai pour les enroulements avec une valeur U_m >300 kV doit avoir la valeur appropriée indiquée par le Tableau 2 de la CEI 61869-1:2007, en fonction de la tension de tenue assignée au choc de foudre.

7.3.1.303.2 Transformateurs de tension non mis à la terre

Pour les transformateurs de tension non mis à la terre il convient que l'essai soit effectué par des applications de la tension d'essai à chaque borne de ligne pendant la moitié du temps prescrit, avec un minimum de 15 s pour chaque borne.

7.3.1.303.3 Transformateurs de tension mis à la terre

Pour les transformateurs de tension mis à la terre la borne de l'enroulement primaire destinée à être mise à la terre en service doit être mise à la terre pendant l'essai.



Légende
EUT= Equipement en essai
G= Générateur de la tension d'essai

Figure 313 – Application de la tension d'essai en mode commun

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

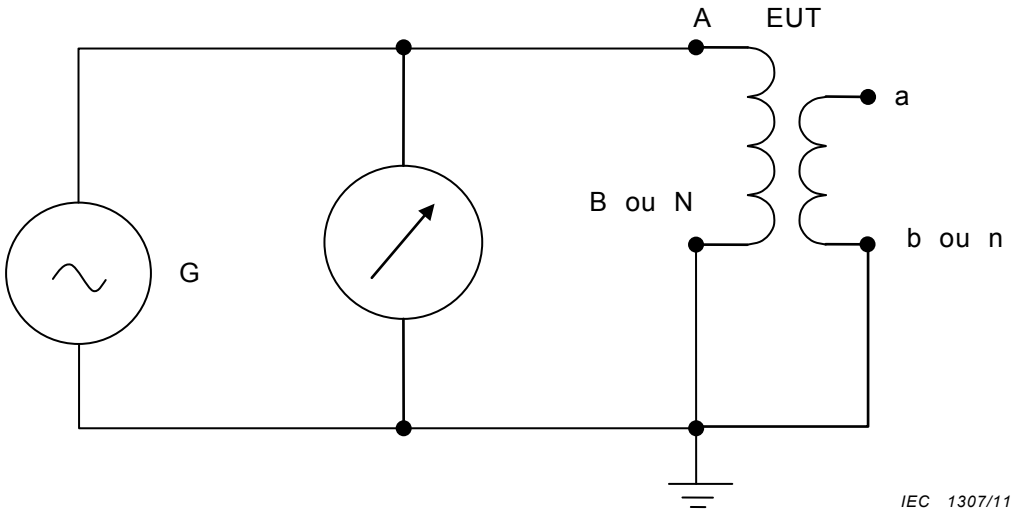


Figure 314 – Application de la tension d'essai en mode différentiel (induite) – Excitation par le primaire

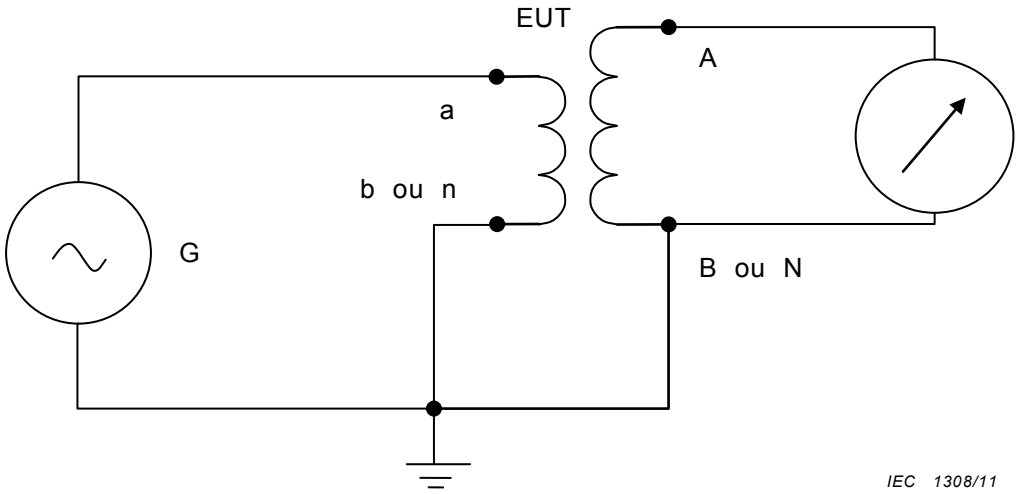


Figure 315 – Application de la tension d'essai en mode différentiel (induite) – Excitation par le secondaire

7.3.2 Mesure des décharges partielles

7.3.2.1 Circuit d'essai et appareils de mesure

7.3.2.2 Procédure d'essai de décharges partielles

La CEI 61869-1:2007, 7.3.2.2 s'applique avec le complément suivant:

NOTE 301 Lorsque la tension assignée d'un transformateur de tension est beaucoup plus faible que sa valeur déclarée de tension la plus élevée pour le matériel U_m, des tensions de précontrainte et de mesure plus faibles peuvent être convenues entre constructeur et acheteur. Lorsque cela s'applique, la tension de l'essai de décharge partielle doit être réduite dans la même proportion que la tension de précontrainte.

Le circuit d'essai pour les transformateurs de tension non mis à la terre doit être le même que pour les transformateurs de tension mis à la terre mais deux essais doivent être effectués en appliquant les tensions successivement à chacune des bornes haute tension avec l'autre

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

borne haute tension connectée à une borne basse tension, le châssis et la cuve (s'il y a lieu). Voir la CEI 61869-1:2007, Figures 5 et 6.

7.3.5 Essai concernant la précision

7.3.5.301 Essais individuels concernant la précision des transformateurs de tension pour mesures

Les essais individuels concernant la précision sont en principe les mêmes que les essais de type prescrits en 7.2.6.301, mais il est admis que les essais individuels puissent être effectués à un nombre réduit de tensions et/ou de charges, à condition qu'il ait été montré par des essais de type effectués sur un transformateur identique que de tels essais en nombre réduit suffisent pour vérifier la conformité à 5.6.301.3.

7.3.5.302 Essais individuels concernant la précision des transformateurs de tension pour protection

Les essais individuels concernant la précision sont en principe les mêmes que les essais de type prescrits en 7.2.6.302, mais il est admis que les essais individuels puissent être effectués à un nombre réduit de tensions et/ou de charges, à condition qu'il ait été montré par des essais de type effectués sur un transformateur identique que de tels essais en nombre réduit suffisent pour vérifier la conformité à 5.6.302.3.

7.4 Essais spéciaux

7.4.3 Mesure de la capacité et du facteur de dissipation diélectrique

La CEI 61869-1:2007, 7.4.3 s'applique avec le complément suivant:

Le circuit d'essai doit être convenu entre constructeur et acheteur, la méthode du pont étant la méthode préférentielle.

Si l'enroulement primaire du transformateur de tension est construit comme un enroulement à plusieurs bobines et que chacune d'entre elles est connectée à la couche de gradation correspondante à l'intérieur de l'isolation principale, seule la partie de l'isolation qui renvoie à la bobine connectée au potentiel de terre est vérifiée. Dans ce cas, les tensions d'essai données en 7.4.3 de la CEI 61839-1:2007 doivent être réduites. Le facteur de dissipation diélectrique doit être corrigé en tenant compte de la résistance de la bobine.

7.4.6 Essai de défaut d'arc interne

La CEI 61869-1:2007, 7.4.6 s'applique, avec le complément suivant:

NOTE 301 Pour la plupart des transformateurs de tension de type poste immergés dans l'huile, l'emplacement de l'isolation primaire la plus susceptible de connaître une défaillance est la région de transition entre l'enroulement primaire et le conducteur primaire.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale